



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO A LA INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Trabajo realizado por:
Borja Toyos Álvarez

Dirigido:
Pablo Pascual Muñoz

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, septiembre de 2020

TRABAJO FIN DE GRADO

A todas las personas que han hecho
posible que llegue hasta aquí, en
especial a Soraya. Gracias



Índice

Resumen	6
Abstract	8
1. INTRODUCCIÓN	10
2.- REVISIÓN DE LOS METODOS MULTICRITERIO.....	12
2.1.- Contexto histórico	12
2.2.- Definición y aplicaciones	15
2.3.- Clasificación de los métodos multicriterio	16
2.4. Principales métodos de decisión multicriterio	19
2.4.1.- Métodos de ponderación de criterios	19
2.4.2.- Métodos de toma de decisión	22
2.5.- Selección final	31
3.- Metodología de análisis multicriterio	32
3.1.- Analytic Hierarchy Process (AHP)	32
3.2.- Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)	36
4.- Aplicación al caso de estudio	41
4.1.- Descripción del caso de estudio	41
4.1.1.-Contexto de la selección	41
4.1.2.- Posibles alternativas	42
4.2.- Aplicación de los métodos multicriterio al caso de estudio.....	44
4.2.1.- AHP.....	45
4.2.1.1 Resultados	45
4.2.1.2.- Discusión	50
4.2.2.- TOPSIS	52



4.2.2.1.- Resultados	52
4.2.2.2.- Discusión	55
5. Conclusiones	59
6. Bibliografía.....	60
Anexo 1. Cuestionario	
Anexo 2. Respuestas a los cuestionarios.....	
Anexo 3. Especificaciones de las máquinas.....	



Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de decisión. Fuente: Worldscientific	24
Tabla 2. Tabla de puntuaciones relativas. Fuente: AHP, Saaty	34
Tabla 3. Valores de RI. Fuente: AHP, Saaty	36
Tabla 4. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia	39
Tabla 5. Tabla de datos de miniexcavadoras. Fuente: Elaboración propia	44
Tabla 6. Matriz de comparación por parejas. Fuente: Elaboración propia	48
Tabla 7. Matriz de comparación por parejas normalizada. Fuente: Elaboración propia	48
Tabla 8. Peso de cada uno de los criterios. Fuente: Elaboración propia	49
Tabla 9. Matriz ponderada. Fuente: Elaboración propia	49
Tabla 10. λ_{max} , índice de consistencia y ratio de consistencia. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 11. Media de pesos asignados a cada criterio. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 12. Pesos asignados por las personas con más experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 13. Pesos asignados por las personas con menos experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia	52
Tabla 14. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia	53
Tabla 15. Matriz de decisión normalizada. Fuente: Elaboración propia	53
Tabla 16. Matriz normalizada ponderada. Fuente: Elaboración propia	53
Tabla 17. Valores más favorables y menos favorables de cada uno de los criterios. Fuente: Elaboración propia	53
Tabla 18. Clasificación final de alternativas. Fuente: Elaboración propia	55
Tabla 19. Ranking obtenido de la ponderación general. Fuente: Elaboración propia	56
Tabla 20. Ranking obtenido de las personas con más experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia	57



Tabla 21. Ranking obtenido de las personas con menos experiencia en obra. Fuente:
Elaboración propia..... 57



Índice de Figuras

Figura 1. Cronología de los métodos multicriterio. Fuente: J. J.H. Liou, G.-H. Tzeng, (2012)	14
Figura 2. Clasificación de los métodos MADM. Fuente: Penadés-Plà	18
Figura 3 – Proximidad al punto ideal y al anti-ideal. Fuente: Researchgate	38
Figura 4. Pasos a seguir para la aplicación de TOPSIS. Fuente: Elaboración propia	39
Figura 5. Miniexcavadora urbanizando un jardín. Fuente: Takeuchi	42
Figura 6. JCB 8035 zts. Fuente: JCB	43
Figura 7. Cuestionario de comparación de criterios por pares. Fuente: Elaboración propia	45
Figura 8. Valores de comparación por pares. Fuente: Elaboración propia	46
Figura 9. Gráfico de edades de los decisores. Fuente: Elaboración propia	46
Figura 10. Gráfico de nivel de estudio de los decisores. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 11. Gráfico de empleo de los decisores. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 12. Distancia de cada alternativa a la solución ideal. Fuente: Elaboración propia	54
Figura 13. Distancia de cada alternativa a la solución anti-ideal. Fuente: Elaboración propia	54
Figura 14. Cat 303.5E2 CR. Fuente: Cat	58



Resumen

Título: Aplicación de los métodos de decisión multicriterio a la ingeniería de la construcción

Autora: Borja Toyos Álvarez

Director: Pablo Pascual Muñoz

Titulación: Grado en Ingeniería Civil, Mención en Construcciones Civiles

Convocatoria: septiembre 2020

Palabras Clave: métodos multicriterio, AHP, TOPSIS, construcción, miniexcavadora

Este trabajo de fin de grado consiste en el estudio de los métodos multicriterio y su aplicación a un caso real, donde una nueva empresa constructora quiere adquirir una miniexcavadora para trabajos de canalización, pequeño movimiento de tierras y trabajos en espacios reducidos. Al ser una nueva empresa el factor económico será muy importante por lo que se deberá tener en cuenta.

Los objetivos del trabajo son la definición, desarrollo y aplicación de los métodos multicriterio en el ámbito de la ingeniería de la construcción.

Para lograr estos objetivos, hay que realizar una serie de tareas que se describen a continuación:

- Conocer el contexto de los métodos multicriterio y cuál es su estado actualmente.
- Describir los diferentes métodos de decisión multicriterio, así como las clasificaciones que existen de ellos.
- Describir de forma detallada los métodos multicriterio que se van a aplicar al caso de estudio.
- Aplicar la metodología a un caso de estudio, donde se describirá la situación, se seleccionarán los criterios y las alternativas, se obtendrá una solución a través de los métodos multicriterio y se analizará dicha solución.

Primero se explica el contexto histórico y se definen una serie de conceptos necesarios para poder entender todo el proceso y los diferentes métodos que existen. Después se explica cómo se pueden clasificar estos métodos y seguidamente se explica cómo funciona cada uno de ellos.



Después se explican en profundidad los dos métodos que se aplicarán al caso de estudio, que son el AHP y el TOPSIS. En él se mostrarán todos los pasos a seguir y las fórmulas que hay que utilizar para una correcta aplicación del método.

Seguidamente se verá un caso real de aplicación de métodos multicriterio para una situación real. Primero se describirá dicha situación, para poner en contexto el análisis multicriterio. Después se explica cómo se va a llevar a cabo la aplicación de los métodos y, finalmente se hará un análisis de los resultados obtenidos.

La situación real se basa en una nueva empresa que quería adquirir una miniexcavadora para trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras e instalación de servicios, y para ello se han propuesto 11 máquinas diferentes, las cuales se han analizado con los métodos multicriterio para tomar la decisión final.

De acuerdo con los métodos multicriterio se puede concluir que para situaciones como la descrita en el caso de estudio, hay que tener muy en cuenta el factor económico, en este caso el precio y el consumo de combustible, así como la anchura, que será un condicionante determinante a la hora de acceder a espacios reducidos.

De entre los 9 criterios elegidos para la selección posterior de las alternativas, los de mayor importancia han resultado ser: el precio, el consumo de combustible y la anchura. Por su parte, de entre las 11 alternativas posibles, el ranking final de miniexcavadoras lo formaron la Cat 303.5E2 CR, la Cat 304E2 CR y la JCB 8035 ZTS.



Abstract

Title: Application of multi-criteria decision methods to construction engineering

Author: Borja Toyos Álvarez

Director: Pablo Pascual Muñoz

Degree: Civil Engineering, Specialisation in Civil Constructions

Session: September 2020

Key Words: multi-criteria methods, AHP, TOPSIS, construction, mini-excavator

This end-of-degree work consists of the study of multi-criteria methods and their application to a real case, where a new construction company wants to acquire a mini-excavator for canalisation work, small earthworks and work in reduced spaces. As it is a new company the economic factor will be very important so it will have to be taken into account.

The objectives of the work are the definition, development and application of multi-criteria methods in the field of construction engineering.

In order to achieve these objectives, a number of tasks have to be carried out, which are described below:

- To know the context of multi-criteria methods and what is their current status.
- Describe the different multi-criteria decision methods, as well as the existing classifications of them.
- Describe in detail the multi-criteria methods to be applied to the case study.
- Apply the methodology to a case study, where the situation will be described, the criteria and alternatives will be selected, a solution will be obtained through the multi-criteria methods and this solution will be analysed.

First the historical context is explained, and a series of concepts are defined that are necessary to understand the whole process and the different methods that exist. Then it is explained how these methods can be classified and then it is explained how each one of them works.



Then the two methods that will be applied to the case study are explained in detail, namely AHP and TOPSIS. It will show all the steps to be followed and the formulas to be used for a correct application of the method.

Next, we will see a real case of the application of multi-criteria methods for a real situation. First, this situation will be described in order to put the multi-criteria analysis into context. Then, it will be explained how the application of the methods will be carried out and, finally, an analysis of the results obtained will be made.

The real situation is based on a new company that wanted to acquire a mini-excavator for urbanisation work, small earthwork and service installation, and for this purpose 11 different machines were proposed, which were analysed using multi-criteria methods to make the final decision.

According to the multi-criteria methods it can be concluded that for situations like the one described in the case study, the economic factor must be taken into account, in this case the price and fuel consumption, as well as the width, which will be a determining factor when accessing to small spaces.

Of the 9 criteria chosen for the subsequent selection of the alternatives, the most important have been: price, fuel consumption and width. On the other hand, among the 11 possible alternatives, the final ranking of mini-excavators was formed by the Cat 303.5E2 CR, the Cat 304E2 CR and the JCB 8035 ZTS.



1. INTRODUCCIÓN

Antes de abordar los métodos multicriterio, objeto fundamental de este trabajo, sus características y su aplicación práctica, es necesario dotarlo de un cierto contexto previamente. A continuación, se explica brevemente de donde proviene este tipo de análisis y en que se basa.

La toma de decisiones es un proceso a través del que se hace una valoración o se elige entre dos o más alternativas u opciones con la finalidad de encontrar la mejor solución para un problema. Cada una de nuestras acciones, intencionadamente o no, son el resultado de alguna decisión. Todos los datos que recopilamos para entender bien un suceso nos son útiles para resolver un conflicto entre sucesos casi idénticos. Actualmente, podemos considerar a la toma de decisiones como si fuera una ciencia.

La toma de decisiones ha tomado tanta importancia que ha provocado que aparezcan numerosas metodologías que nos facilitan, a través de procesos matemáticos de diferente complejidad, la resolución de los conflictos. Aquí es donde aparecen los MCDM (MultiCriteria Decision Method) o métodos de decisión multicriterio, que son desarrollados, en principio, para ser usados por un pequeño grupo de expertos en una situación concreta cuando necesitan elegir una alternativa entre varias que tengan disponibles.

Como su nombre indica, los métodos de decisión multicriterio (MCDM) se refiere a los métodos, incluidos los programas informáticos, utilizados para tomar decisiones cuando es necesario considerar conjuntamente múltiples criterios (u objetivos), a fin de clasificar o elegir entre las alternativas que se están evaluando. Algunos de los usos también incluyen la asignación de presupuestos u otros recursos escasos entre las alternativas, con el objetivo de maximizar el "valor del dinero".

Por supuesto, considerar múltiples criterios juntos para clasificar o elegir entre las alternativas es un enfoque natural de toma de decisiones tan antiguo como la historia de la humanidad. Sin embargo, la toma de decisiones "tradicional", y la forma en que la mayoría de la gente toma sus decisiones cotidianas, suele implicar la ponderación de los criterios y la evaluación de las compensaciones de forma intuitiva u holística. En cambio, el MCDM se ocupa de estructurar y resolver de manera más formal los problemas de decisión, lo que suele implicar la ponderación explícita de los criterios y las compensaciones entre ellos. En general, el MCDM tiene por objeto reducir la incidencia y el impacto de los sesgos



de los responsables de la toma de decisiones que se basan en su "instinto", y también los fallos en la toma de decisiones en grupo, que casi inevitablemente afectan a la toma de decisiones intuitiva. Al explicar de forma estructurada los pesos y las compensaciones asociadas entre los criterios, la MCDM da lugar a decisiones más transparentes y coherentes.

En este caso se emplean los métodos multicriterio para resolver un problema que puede surgir en una empresa constructora a la hora de seleccionar una maquina concreta, ya sea para su alquiler o su compra, y se quiere seleccionar la mejor de las alternativas disponibles mediante el análisis de una serie de criterios.

Concretamente se usará el método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para determinar el peso que se le asigna a cada criterio y el método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) para realizar la selección de la mejor alternativa.

Todos y cada uno de los métodos se explicarán con posterioridad y se detallará como se aplica cada uno de ellos, para que cualquier persona que lea el trabajo pueda entenderlo perfectamente sin necesidad de consultar fuentes externas, las cuales suelen estar en otro idioma. Esto resulta muy importante para hacer un correcto análisis del resultado obtenido al final y poder establecer similitudes y diferencias entre los diferentes métodos.

Con todo lo anteriormente descrito, se fijan unos objetivos en este Trabajo Fin de Grado, como pueden ser la definición, desarrollo y aplicación de los métodos multicriterio en el ámbito de la ingeniería de la construcción.

Para conseguir llevar a cabo estos objetivos, hay que realizar una serie de tareas que se describen a continuación:

- Conocer el contexto de los métodos multicriterio y cuál es su estado actualmente.
- Describir los diferentes métodos de decisión multicriterio, así como las clasificaciones que existen de ellos.
- Describir de forma detallada los métodos multicriterio que se van a aplicar al caso de estudio.
- Aplicar la metodología a un caso de estudio, donde se describirá la situación, se seleccionarán los criterios y las alternativas, se obtendrá una solución a través de los métodos multicriterio y se analizará dicha solución.



2.- REVISIÓN DE LOS METODOS MULTICRITERIO

Una de las formas que existen para hacer una elección entre varias alternativas de la manera más justa es la utilización de métodos multicriterio.

De este modo es posible asegurarse que las decisiones o la resolución de problemas se llevan a cabo de una manera justa e imparcial, siempre con el objetivo de encontrar la mejor solución a los problemas que puedan surgir.

En primer lugar, se explicará el contexto histórico y se definirán una serie de conceptos necesarios para poder entender todo el proceso y los diferentes métodos que existen. Después se explica cómo se pueden clasificar estos métodos y finalmente se ira explicando cómo funciona cada uno de ellos.

2.1.- Contexto histórico

En este apartado se describirá brevemente la historia de los métodos multicriterio, pudiéndose ver en la figura 1 un esquema de la aparición de los métodos a lo largo de la historia.

Pese a que el tema de la toma de decisiones siempre ha tenido un enfoque multicriterio, antiguamente no existía ningún método para ejecutarlo. Ante la ausencia de este método, empieza a surgir la idea de la toma de decisiones multicriterio, que analiza las diferentes formas de resolver los problemas a través de diferentes criterios y alternativas.

La primera referencia relativa a la toma de decisiones multicriterio (aunque no bajo este nombre), pueden estar asociadas a Benjamin Franklin (1706-1790), un estadista americano que supuestamente tenía un sistema en papel para decidir su posición sobre temas importantes. Él explico el procedimiento en una carta que escribió a un amigo. Coge un papel, en un lado escribe los argumentos a favor de una decisión y en el otro escribe los argumentos en contra. Ahora tacha los argumentos en cada lado que tengan la misma importancia. Franklin de hecho hablaba de pesos, aunque no describió ningún uso real de los mismos. Cuando todos los argumentos de un lado hubieran sido tachados, el lado con argumentos sin tachar es el lado con el argumento que debe ser respaldado. Franklin supuestamente usaba este sistema para tomar decisiones importantes. (Liou and Tzeng, 2012)

El marqués de Condorcet (1743-1794), un matemático francés, fue pionero en la aplicación de las matemáticas a las ciencias sociales, en particular a las elecciones. Escribió el famoso *Ensayo sobre la aplicación del análisis a la probabilidad*, donde describía el teorema de Condorcet, la paradoja de Condorcet y el llamado método de Condorcet. La paradoja de



Condorcet, la más famosa entre todas ellas, afirma que las preferencias de la mayoría pueden volverse intransitivas incluso cuando las preferencias individuales sean transitivas.

Más recientemente, el economista Wilfredo Pareto (1848-1923) fue el primero en estudiar matemáticamente la agrupación de los criterios conflictivos en un único índice. Él también fue el primero en introducir el concepto de eficiencia, uno de los conceptos clave en la economía y en el MCDM. Ese concepto de eficiencia, junto con el de equilibrio, fueron las bases en las que se apoyaba su Teoría del Bienestar, donde justificaba que, en el análisis multicriterio, ningún criterio podía ser mejor sin que otro fuera peor.

Cuando llegó la segunda Guerra Mundial se produjo un cambio en la forma de tomar las decisiones, ya que hasta esa fecha se basaban en la intuición y en la experiencia, producido por las nuevas técnicas de resolución de problemas de decisión durante la contienda, lo que ayudó a la aparición de la Investigación Operativa.

Durante esa época, surgieron diferentes contribuciones al análisis multicriterio. En 1941, Hitchcock presentó un trabajo sobre los fundamentos de la programación lineal. Seis años más tarde, en 1947, George Dantzig desarrolló el método SIMPLEX y, por otro lado, Richard Bellman realizó unas aportaciones sobre la programación dinámica. En los años 50, Tucker y Kuhn fusionaron los estudios de Pareto con los conceptos de Investigación Operativa para enunciar la teoría sobre la maximización de un vector de objetivos. En el año 1968, el francés Bernard Roy, presentó el método ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant la Réalité).

En el año 1972 tiene lugar, en Carolina del Sur, la Primera Conferencia Internacional sobre la Toma de Decisiones Multicriterio, lo que dio pie, junto con la aparición de los ordenadores, a realizar grandes avances en el Análisis Multicriterio. Las empresas comenzaron a planificar su trabajo mediante la programación lineal, debido a la aparición de nuevas técnicas, que son más generales y se pueden aplicar a la mayoría de los tipos de decisiones.

Tras más de diez años de debate entre los que defendían el uso de una función de simple objetivo y otra múltiple, surgen dos escuelas muy importantes: la europea, basada en la determinación de una solución práctica, y la americana, que basa su análisis en los fundamentos teóricos. Entre los europeos destacan Bernard Roy, Vansnick o Brans, quien publicó el método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Methods for Enrichment Evaluations) en 1982. En la vertiente americana destacan Raiffa y Keeney, quienes



Desde esa fecha se debe destacar el premio Nobel de economía logrado por Herbert A. Simon gracias a sus investigaciones sobre procesos de elección y teoría de decisión. A partir de los años ochenta no han surgido nuevos métodos como tal, pero sí que se ha avanzado enormemente en la utilización de la informática para la resolución de situaciones cada vez más complicadas.

2.2.- Definición y aplicaciones

La toma de decisiones con métodos multicriterio (MCDM) es una disciplina en sí misma, que se ocupa de las decisiones que involucran la elección de una mejor alternativa entre varios candidatos potenciales en una decisión, sujeto a varios criterios o atributos que pueden ser concretos o no.

El proceso de MCDM implica la comparación de dos o más alternativas. Cada alternativa se evalúa con criterios múltiples de acuerdo con las preferencias del tomador de decisiones. El grado en que una alternativa satisface un criterio particular corresponde a un valor de utilidad. Las puntuaciones deben combinarse de alguna manera para dar una calificación general de esa alternativa. Por ejemplo, cuando un cliente planea comprar un automóvil nuevo, con tantas posibilidades, tiene que evaluar cada oferta en función de n criterios, como el precio, la eficiencia, el servicio y las condiciones de garantía, para identificar la opción más adecuada. El propósito de las funciones de agregación es combinar múltiples entradas numéricas, generalmente interpretadas como grados de pertenencia, fuerza de evidencia, etc., en un solo valor numérico, que en cierto sentido representa todas las entradas. (Multi-Criteria Decision Analysis | Openness Project, 2017)

Para entender correctamente como se lleva a cabo un proceso de análisis, comenzaremos por enunciar varios conceptos elementales.

Primeramente, definiremos al **decisor** o decisión-maker, como su nombre indica, es la persona o grupo de personas que tienen como función principal la toma de una decisión, acorde a sus preferencias referidas a los objetivos propuestos y conociendo la importancia que tiene cada criterio. Hay que destacar que el decisor debe tomar la decisión libremente y sin estar sometido a ningún condicionante ya que él es el que debe tomar la decisión por sí solo.

Por otro lado, el **analista** es la persona que se encarga de seleccionar el método de decisión que se va a utilizar, y que, conociendo los gustos y necesidades del decisor, obtiene unas



conclusiones del método elegido para así poder tomar la decisión correspondiente. Su función es la de conformar el problema y la de asesorar a los decisores, pero nunca debe ser el encargado de tomar la decisión definitiva o de dar su opinión sobre el tema a tratar.

Dentro de los conceptos básicos que se deben conocer tenemos el concepto de **alternativa**, que son cada una de las posibles soluciones o respuestas que pueden dar los decisores. Estas alternativas pueden ser cualitativas o cuantitativas y tendrán una serie de características para la elección del resultado. Del mismo modo, según la naturaleza de nuestro problema, podremos tener infinitas soluciones o un número concreto de ellas. Por último, tenemos el concepto de **atributo**, que no son más que las características que se han indicado anteriormente que sirven para definir una alternativa y que algunas veces pueden medirse independientemente del criterio del decisor, como por ejemplo el peso o el precio.

Una vez definidos estos conceptos podemos decir cuál es la función del análisis multicriterio. La función de esta técnica no es otra que evaluar y comparar las diferentes soluciones o alternativas que hay para resolver un determinado problema, teniendo en cuenta una serie de criterios, llevándonos a la solución que más nos convenga. A la hora de aplicar el análisis multicriterio debemos tener en cuenta las alternativas que vamos a analizar y los objetivos, los criterios, las variables y las ponderaciones que se le van a dar a cada uno de los criterios establecidos.

En definitiva, el análisis multicriterio no es más que una herramienta que ayuda a tomar una decisión cuando disponemos de diferentes alternativas para resolver un problema y que se basa en la importancia que se le dé a cada una de las variables que influyen en la elección de una solución.

2.3.- Clasificación de los métodos multicriterio

Los métodos de decisión multicriterio se pueden clasificar de varias maneras. A continuación, se explicarán algunas de las formas de clasificar los métodos multicriterio. En el año 1981, Yoon y Hwang sugirieron separar los métodos multicriterio de en MADM (métodos de decisión multiatributo) y MODM (métodos de decisión multi-objetivo). Los métodos de decisión multiatributo se usan para solucionar conflictos discretos: Se parte de unas determinadas alternativas y los expertos van comparando cada una de ellas en cada uno de los criterios y señalan la importancia de cada uno de ellos. Los métodos de decisión multiobjetivo son utilizados para solventar problemas continuos, es decir, no conocemos las alternativas, ya que son grupos de soluciones que pueden ser igualmente validas sometidas a una serie de restricciones, interviniendo los expertos a posteriori.



Para los métodos de decisión multiatributo, Collins y Hajkwociz (2007) y Evers y De Brito (2016) propusieron la siguiente clasificación, que se puede ver más detallada en la figura 2:

- Los *scoring methods* o métodos de puntuación directa son los más sencillos. Se basan en valorar las diferentes alternativas usando operaciones matemáticas muy sencillas. COPRAS y SAW valoran las alternativas añadiendo el valor normalizado de cada criterio multiplicado por su peso correspondiente. SAW es el mucho más antiguo y solo sirve para realizar una maximización de un criterio. Sin embargo, COPRAS es mucho más moderno y permite tanto maximizar como minimizar criterios. También se debe destacar el método WASPAS, que es una evolución del SAW y que calcula el ranking en base al Weighted Sum Model.
- Los *distance-based methods* o métodos basados en la distancia miden la distancia entre un punto concreto y cada una de las alternativas. El método CP pretende conseguir la alternativa que más se acerque a un supuesto punto óptimo. Por otro lado, el método GP busca obtener la alternativa que cumpla una serie de requisitos y no un punto óptimo como en el caso anterior. TOPSIS y VIKOR se basan ambos en CP. Por un lado, VIKOR mide la distancia a la solución ideal y por otro TOPSIS mide la distancia a la solución ideal y la distancia a la solución no ideal.
- Los *outranking methods* o métodos de superación ponen una relación preferencial sobre un grupo de soluciones, donde cada una de ellas tiene cierto poder sobre las demás basándose en un criterio. Estos métodos se pueden usar para casos donde la información sea difusa o este incompleta, y admite hacer una clasificación de las alternativas basándose en las relaciones que hay entre ellas. El método PROMETHEE compara las alternativas por pares y establece relaciones de dominancia entre ellas.
- Los *utility/value methods* o métodos basados en funciones de valor o utilidad, tales como MAVT o MAUT, establecen funciones que definen el grado de satisfacción de una alternativa para un determinado criterio. Dichas funciones transforman las valoraciones en un cierto grado de satisfacción. Las funciones también tienen diferentes formas dependiendo de la relación entre el grado de satisfacción y la valoración. En este tipo de métodos hay que destacar también el método MIVES, el cual evalúa las alternativas disponibles utilizando un índice de valor.



Grupo MADM	Método MADM
Métodos de puntuación directa	Simple additive weighting (SAW)
	Complex proportional assessment (COPRAS)
Métodos basados en la distancia	Goal programming (GP)
	Compromise programming (CP)
	Technique for order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)
	Multicriteria optimization and compromise solution (VIKOR)
Métodos de comparación por pares	Analytic hierarchy process (AHP)
	Analytic network process (ANP)
	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)
Métodos de superación	Preference ranking organization method for enrichment of evaluations (PROMETHEE)
	Elimination and choice expressing reality (ELECTRE)
Métodos basados en funciones de utilidad o valor	Multi-attribute utility theory (MAUT)
	Multi-attribute value theory (MAVT)
	Modelo integrado de valor para evaluaciones sostenibles (MIVES)

Figura 2. Clasificación de los métodos MADM. Fuente: Penadés-Plà

A parte de esa clasificación, podemos dividir los métodos multicriterio en dos grupos. Por un lado, los métodos de ponderación de criterios y por otro los métodos de toma de decisión. Los métodos de ponderación de criterios son aquellos que sirven para otorgarle la importancia que merecen cada uno de los criterios que vamos a elegir para resolver un conflicto, es decir, asignar a cada criterio un peso en función de la importancia que tenga cada uno de ellos. Los métodos de toma de decisión se utilizan para, una vez definidos los criterios y el peso de cada uno de ellos, elegir la mejor alternativa posible que nos dé respuesta a nuestro problema o la que más se asemeje a la solución que estamos buscando. Estos métodos de toma de decisión pueden dividirse a su vez en dos grupos; por un lado métodos subjetivos como el AHP, el ANP o el BWM (Best Worst Method), y métodos objetivos como el CRITIC, método de la entropía o método de la dispersión.

En el siguiente capítulo, se explicarán detalladamente varios de los criterios pertenecientes a cada una de las categorías.



2.4. Principales métodos de decisión multicriterio

2.4.1.- Métodos de ponderación de criterios

Método AHP

El método AHP (Analytic Hierarchy Process o Proceso Analítico Jerárquico) es uno de los métodos de decisión multicriterio que fue desarrollado por el Profesor Thomas L. Saaty. Se basa en la comparación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su meta es lograr optimizar la elección de una de las opciones. Este método se emplea para solucionar conflictos en los que existe la necesidad de dar prioridad a alguna de las opciones y después elegir la opción más conveniente. Las decisiones que van a ser tomadas a través de este método pueden variar desde decisiones personales y cualitativas hasta decisiones mucho más complejas y totalmente cuantitativas.

El método AHP guía a los analistas a la hora de organizar los aspectos críticos de un conflicto en una estructura jerárquica parecida a la estructura de un árbol genealógico, resumiendo así las decisiones complejas en varias comparaciones que permiten la ordenación de los diferentes criterios estudiados.

Durante el análisis jerárquico se ejecutan una serie de operaciones:

- a) Primero definir los criterios de decisión de modo que se asemejen a objetivos jerárquicos. Dentro de esa jerarquización se pueden distinguir varios niveles: Comienza con la definición de la meta final de la jerarquización, después se establecen los niveles intermedios y, por último, en el último nivel se detallan las alternativas que se van a comparar.
- b) Ordenar y asignar un “peso” a cada uno de los criterios, subcriterios y alternativas dependiendo de la importancia que corresponda a cada nivel. Tanto los criterios cuantitativos como los cualitativos pueden ser equiparados usando juicios informales a la hora de obtener la prioridad e importancia de cada uno. Respecto a los criterios cualitativos, el método AHP usa comparaciones sencillas para determinar y evaluar su importancia. De este modo, el analista puede focalizarse en solo dos criterios simultáneamente. De la misma manera, se supone que el decisor puede elegir fácilmente un valor de comparación, trasladando los juicios verbales a una escala numérica. A continuación, se calcula un vector de prioridad y se usa para comparar cada uno de los elementos de la matriz de juicios. Saaty demostró que el auto vector de dicha matriz de juicio es la mejor aproximación a la solución entre



todos los criterios estudiados. Para los criterios cuantitativos, se debe diseñar un método de ordenación con el que se pueda cuantificar consistentemente la importancia de cada criterio a analizar.

- c) El método AHP permite que el analista valore la congruencia de los juicios con el radio de inconsistencia. Los juicios se pueden aceptar si el radio de inconsistencia es menor o igual de 0,1. Para las situaciones donde se dé la inconsistencia, se debe repetir el proceso de evaluación de la matriz de inmediato.
- d) Se deben jerarquizar las alternativas y posteriormente hay que tomar las decisiones que correspondan. Cada una de las opciones a jerarquizar, tiene un nivel de jerarquización entre 0 y 1, consiguiendo como resultado diferentes alternativas ordenadas en base a una serie de criterios.

Método de la entropía

El método de la entropía fue desarrollado, en 1982, por Zeleny. Este método se basa en que la importancia relativa de un criterio debe guardar una proporción con la cantidad de información que las alternativas proporcionan a dicho criterio. Cuanta más variedad haya en los valores de las alternativas, más importancia deberá otorgarse a dicho criterio a la hora de tomar la decisión definitiva, ya que tiene mayor poder de distinción entre las demás alternativas. El método cuantifica la diversidad de un criterio mediante la entropía. La entropía que se calcula es mayor cuanto más parecidas sean las evaluaciones a las alternativas elegidas.

El método de la entropía consta de 5 fases bien diferenciadas:

- 1- Construir la matriz de decisión
- 2- Calcular la matriz de decisión normalizada, es decir, conseguir una matriz cuyos valores no tengan dimensiones y así poder comprar diferentes criterios.
- 3- Calcular la entropía E_j , mediante la ecuación:

$$E_j = -k \left(\sum_{i=1}^m p_{ij} \ln (p_{ij}) \right)$$



Donde $k=1/\ln m$ es una constante que garantiza $0 \leq E_j \leq 1$ y m es el número de alternativas.

- 4- Calcular la diversidad de criterio D_j , que no es más que restar a uno la entropía.
 $D_j = 1 - E_j$
- 5- Calcular el peso normalizado de cada criterio W_j :

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{i=1}^m D_j}$$

Método CRITIC

El método CRITIC apareció por primera vez en 1995 cuando Diakoulaki, Mavrotas y Papayannakis lo presentaron en la revista Computers Operation Research. El nombre de CRITIC proviene de CRiteria Importance Though Intercriteria Correlation, donde cada criterio es ponderado basándose en los datos que recogen las diferentes alternativas para cada criterio.

La base del método es la intensidad del contraste en la estructura del problema de toma de decisiones. Se realizan operaciones estadísticas básicas, como el análisis de correlación para descubrir los contrastes entre los criterios. Diakoulaki evaluó las industrias farmacéuticas griegas con respecto a tres índices prominentes del desempeño de una empresa y por ejemplo, el profesor español Aznar Bellver utilizó el método CRITIC para encontrar el peso de las variables y las empresas en la valoración del ahorro español.

El método CRITIC requiere de algunos pasos para poder aplicarse. Pero antes de todo se supone que hay un conjunto de m alternativas posibles, A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) y n criterios de evaluación C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) en el conflicto. Una vez conocido esto se ejecutan los siguientes pasos:

-Paso 1: Se forma la matriz de decisión X que muestra el desempeño de diferentes alternativas respecto a diversos criterios.

-Paso 2: La matriz de decisión se normaliza usando la fórmula de normalización. Dicha fórmula no separa los criterios como favorables (maximización) o desfavorables (minimización).



$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$$

-Paso 3: Los pesos de los criterios son calculados considerando tanto la desviación estándar como la correlación de estos con los demás criterios. La desviación estándar de los valores del criterio normalizados se coloca en columnas y los coeficientes de correlación de todos los pares de columnas se usan para calcular el contraste de criterios. El peso del criterio j-esimo se obtiene mediante:

$$C_j = \sigma_j \sum_{j'=1}^n (1 - r_{jj'})$$
$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j}$$

Dónde C_j es la cantidad de información del criterio j-esimo, σ_j es la desviación estándar de ese mismo criterio y $r_{jj'}$ es el coeficiente de correlación entre el criterio j y el j'.

Con el método CRITIC el peso de un criterio es mayor cuanto mayor sea su desviación típica y cuanto menor sea su coeficiente de correlación con los demás criterios. Para poder usar este método se deben normalizar las magnitudes, para que así se puedan comparar con otras, convirtiéndolas a valores entre 1 y 0.

2.4.2.- Métodos de toma de decisión

Método SAW

Churchman y Ackoff (1954) utilizaron por primera vez el método SAW para hacer frente a un problema de selección de cartera. El método SAW es probablemente el método más conocido y ampliamente utilizado para la toma de decisiones de múltiples atributos MADM. Debido a su simplicidad, SAW es el método más popular en problemas MADM.

El método SAW, también conocido como método de la suma ponderada, tiene como concepto básico el encontrar la suma ponderada de las puntuaciones de cada una de las alternativas de cada atributo. Este método necesita normalizar la matriz de decisión a una escala en la que se puedan comparar todas las clasificaciones existentes.



Este método puede presentarse mediante la siguiente formula:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

Donde Q_i es el índice de clasificación general de la alternativa i-esima, W_j es el peso del criterio j-esimo. Los valores de i van de 1 hasta m y los de j de 1 hasta n. En el método SAW, las alternativas son ordenadas en base a su valor Q_i en orden ascendente y la alternativa con el valor más alto de Q_i es la mejor clasificada. La alternativa mejor clasificada, o más favorable, puede determinarse mediante la siguiente formula:

$$A_{SAW}^* = \{A_i = \max Q_i\}$$

El procedimiento de agregación en el método SAW no hace diferencia entre tipos de criterios de coste y de beneficio. Por lo tanto, los criterios basados en el coste deben transformarse a criterios del tipo beneficio durante la fase de normalización. Antiguamente, esta transformación era considerada como una debilidad del método SAW. Sin embargo, en algunas extensiones fuzzy de los métodos MCDM, los criterios de coste también se transforman en criterios de beneficio.

El método SAW puede usarse con diferentes procedimientos de normalización. El método de escala de transformación lineal probablemente es la normalización más utilizada, pero también hay otros tipos.

Método ELECTRE

El método ELECTRE fue desarrollado en 1966 por Roy, Sussman y Benayoun y a lo largo de la historia ha sufrido numerosas modificaciones. De acuerdo con Barba y Romero, es el punto de partida y núcleo sobre el que se desarrollan los métodos de superación (outranking). Estos métodos están basados en el Axioma de comparabilidad parcial fundamental, que enuncia que las preferencias se pueden modelar por dos vías diferentes. Por un lado, estableciendo cuatro relaciones binarias: Preferencia estricta, preferencia grande, incomparabilidad e indiferencia. Por otro lado, establece fronteras de diferencia e indiferencia a través de las funciones límite. De este modo, los criterios quedan restringidos y se pueden denominar pseudo-criterios. (Stanujkić, Đorđević and Đorđević, 2013)

La idea es comparar las diferentes opciones agrupándolas en parejas en base a dos vías: la discordancia y la concordancia. La discordancia se refiere a una pareja de alternativas que

es superada por otra y la concordancia es lo opuesto, es decir aquellas parejas de alternativas que superan a otra.

La equiparación entre las diferentes opciones se realiza en parejas y se establece el grado de importancia que una opción tiene sobre otra, es decir, se establece el grado de superación. Esta dominancia es establecida a través de unas relaciones matemáticas y establece hasta qué punto una alternativa es más importante que otra. A parte, la importancia que el decisor asigna a cada criterio confirma o rechaza la relación de dominancia binaria entre las diferentes opciones.

El método ELECTRE lleva a cabo una relación, a la que bien podemos llamar “superación” y que representa las prioridades del decisor sobre un grupo de alternativas. Es un método de decisión multicriterio que usa varias formulaciones matemáticas para establecer el grado de dominancia de una opción respecto a otra. El método facilita las comparaciones binarias entre diferentes soluciones atribuyendo ponderaciones a los criterios de decisión, lo que permite hacer un análisis de sensibilidad a posteriori al modificarse las ponderaciones para tratar de acercarlas al valor exacto, que en muchas ocasiones se desconoce. Para dar más fiabilidad al método, este puede complementarse con un análisis de robustez.

Para ejecutar este método hay que seguir una serie de pasos ordenadamente.

Lo primero que se debe hacer es construir la matriz de decisión (Tabla 1), que se refiere a m alternativas $A_i (i=1,2,...,m)$ las cuales son evaluadas según n criterios $C_j (j=1,2,...,n)$ asociando un peso w_j a cada uno de ellos.

	w_1	w_2	...	w_j	...	w_n
	C_1	C_2	...	C_j	...	C_n
A_1	r_{11}	r_{12}		r_{1j}		r_{1n}
A_2	r_{21}	r_{22}		r_{2j}		r_{2n}
\vdots						
A_i						
\vdots						
A_m	r_{m1}	r_{m2}		r_{mj}		r_{mn}

Tabla 1. Matriz de decisión. Fuente: Worldscientific

En la tabla el valor r_{ij} representa la valoración de la alternativa i -ésima en función del criterio j -ésimo.



Lo siguiente que se debe hacer es calcular la matriz de concordancia. Cada uno de los valores de esta matriz se calcula sumando los pesos relativos a cada criterio en los que la alternativa i tiene un valor más alto que la alternativa k . Si ambas alternativas empatan se le asignara la mitad de peso a cada una.

Lo tercero que debemos hacer es normalizar la matriz de decisión. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$v_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij})^2}}$$

A continuación, debemos construir la matriz de discordancia a partir de la matriz de decisión y del vector de pesos (W). Cada uno de los valores de esta matriz se obtiene de la diferencia mayor entre cada uno de los criterios para los que la alternativa i es superada por la alternativa k , después se divide esa cantidad por el mayor valor de los índices de la matriz de decisión en valor absoluto.

Lo siguiente que se debe hacer es definir los umbrales superior e inferior de los índices de discordancia y concordancia. Suponemos que c^* es el límite para el índice de concordancia y d^* es el límite para el índice de discordancia. c^* y d^* se calculan haciendo la media aritmética de los índices de concordancia y discordancia.

Seguidamente se calcula la matriz de dominancia concordante que se obtiene poniendo un 1 si el elemento de la matriz de concordancia es mayor que c^* o un 0 si es menor. De igual modo se obtiene la matriz de dominancia discordante, pero en este caso si el valor de la matriz de discordancia es menor que d^* se pone un 1 y si es mayor se pone un 0.

Finalmente se calcula la matriz de dominancia agregada mediante la multiplicación de los elementos equivalentes de las matrices de dominancia discordante y concordante. Si el elemento (i,k) tiene valor 1, la alternativa i -ésima es mejor que la k -ésima para la mayoría de los criterios y no es peor para ningún criterio. Opuestamente, si el valor de un elemento es 0, quiere decir que la alternativa i -ésima es peor que la k -ésima en algún criterio y/o no es mejor en la mayoría de los criterios.

Método TOPSIS

El método TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) fue propuesto por Hwang y Yoon en 1981 para determinar la mejor alternativa basada en los conceptos de la solución de compromiso. Se puede considerar que la solución de



compromiso elige la solución con la distancia más corta desde la solución ideal y la distancia más lejana desde la solución ideal negativa. (Nădăban, Dzitac y Dzitac, 2016)

Para llevar a poner en marcha el método TOPSIS hay que seguir un determinado proceso que se detalla a continuación.

Dado un conjunto de alternativas, $A = \{A_k \mid k = 1, \dots, n\}$, y un conjunto de criterios, $C = \{C_j \mid j = 1, \dots, m\}$, donde $X = \{x_{kj} \mid k = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$ denota el conjunto de calificaciones de rendimiento y $w = \{w_j \mid j = 1, \dots, m\}$ es el conjunto de pesos.

El primer paso del TOPSIS es calcular los pesos normalizados mediante la siguiente formula:

$$r_{kj} = \frac{x_{kj}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{kj})^2}}$$

A continuación, el punto ideal positivo (PIS) y el punto ideal negativo (NIS) se deducen mediante:

$$PIS = A^+ = \{v_1^+(x), v_2^+(x), \dots, v_j^+(x), \dots, v_m^+(x)\} = \left\{ \left(\max_k v_{kj}(x) \mid j \in J_1 \right), \left(\min_k v_{kj}(x) \mid j \in J_2 \right) \mid k = 1, \dots, n \right\},$$

$$NIS = A^- = \{v_1^-(x), v_2^-(x), \dots, v_j^-(x), \dots, v_m^-(x)\} = \left\{ \left(\min_k v_{kj}(x) \mid j \in J_1 \right), \left(\max_k v_{kj}(x) \mid j \in J_2 \right) \mid k = 1, \dots, n \right\}$$

Donde J_1 y J_2 son los atributos de coste y beneficio respectivamente.

El siguiente paso es calcular la separación entre el PIS y el NIS y las alternativas. Los valores de separación se pueden medir utilizando la distancia euclidiana, que se da como:

$$D_k^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^+(x)]^2}$$
$$D_k^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^-(x)]^2}$$

La distancia a la solución ideal (PIS) puede calcularse mediante:

$$D_k^* = \frac{D_k^-}{D_k^+ + D_k^-}$$



Finalmente, el orden preferido se puede obtener de acuerdo a las similitudes con el PIS (C^*_k) en orden descendente para elegir las mejores alternativas.

Método VIKOR

El método VIKOR fue desarrollado para llevar a cabo una optimización de sistemas complejos de decisión a través del multicriterio. Este multicriterio determina el orden de las alternativas, los pesos de cada una de las alternativas y los intervalos preferibles para cada uno de los parámetros. El método se basa en clasificar y seleccionar de un conjunto diversas alternativas en presencia de conflictos entre los diferentes criterios. El método fundamentalmente se apoya en la ordenación de las alternativas de acuerdo a la proximidad a la solución ideal. (Opricovic and Tzeng, 2002)

Suponiendo que cada alternativa se evalúa de acuerdo a las funciones de cada uno de los criterios, la clasificación de compromiso podría realizarse según la distancia a la solución ideal. La medida multicriterio para hacer esta clasificación de compromiso se obtiene a partir de la L_p -metric utilizada como una función de agregación en un método de programación de compromiso.

Las alternativas (J) se denominan como a_1, a_2, \dots, a_j . Para la alternativa a_j , la valoración del criterio i -ésimo, es denotada con f_{ij} . Por ejemplo, f_{ij} es el valor de la función i -ésima de la alternativa a_j ; n es el número de criterio. El desarrollo del método VIKOR comenzó con la siguiente versión de la formula L_p -metric:

$$L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]^p \right\}^{\frac{1}{p}}$$

Dentro del método VIKOR, $L_{1,j}$ y $L_{\infty,j}$ son usados para calcular los valores con los que después se van a ordenar las alternativas.

La solución de compromiso F^c es una solución factible que es la más cercana a la ideal F^* , y compromiso significa un acuerdo establecido mediante concesiones mutuas. El algoritmo de la clasificación de compromiso tiene los siguientes pasos:

- a) Determinar el mejor f_i^* y el peor f_i^- de todas las funciones, $i = 1, 2, \dots, n$. Si la función i -ésima supone una mejora $f_i^* = \max_j f_{ij}$, $f_i^- = \min_j f_{ij}$, entonces:



- b) Calcular los valores S_j y R_j , siendo $j = 1, 2, \dots, J$, mediante la siguiente expresión donde w_i es el peso de cada criterio.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

$$R_j = \max [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]$$

- c) Calcular los valores Q_j , $j = 1, 2, \dots, J$, mediante

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{S^- - S^*} + \frac{(1-v)(R_j - R^*)}{R^- - R^*}$$

Donde S^* es el mínimo S_j , S^- es el máximo S_j , R^* es el mínimo R_j y R^- es el máximo R_j y v es el peso de la estrategia de la mayoría de los criterios.

- d) Ordenar las alternativas en función del valor de S , R y Q , en orden decreciente, de donde obtendremos 3 listas.
- e) Proponer como solución de compromiso la alternativa (a'), que es la mejor clasificada por el parámetro Q (menor valor) si se cumplen las dos siguientes condiciones.
- Condición 1: *Ventaja aceptable*. $Q(a'') - Q(a') \geq DQ$ donde a'' es la alternativa con la segunda posición en el ranking Q y $DQ = 1/(J-1)$ siendo J el número de alternativas.
 - Condición 2: *Estabilidad aceptable en la toma de decisiones*. La alternativa a' también debe ser clasificada por el parámetro S y/o el R . Esta solución de compromiso es estable dentro de un proceso de toma de decisión, que puede ser elegido por mayoría o por consenso.

La mejor alternativa, clasificada por Q , es la que tiene un valor más bajo de Q . La clasificación principal es la clasificación de compromiso de las alternativas y la solución de compromiso con la tasa de favoritismo.

La clasificación VIKOR se puede hacer con diferentes valores de pesos de cada uno de los criterios, analizando el impacto de los criterios de ponderación en la solución de



compromiso propuesta. Este método determina los intervalos de estabilidad de peso, mediante la metodología presentada en Opricovic en 1998.

VIKOR es una herramienta muy útil en la toma de decisiones multicriterio, concretamente en una situación en la que el decisor no puede o no sabe expresar su preferencia al comienzo del diseño del sistema. Las soluciones de compromiso podrían ser las bases para las negociaciones, aplicando las preferencias de los decisores mediante los pesos de los criterios.

Método WASPAS

Este método crea su clasificación final basándose en dos métodos, el WPM (Weighted Product Model) y el WSM (Weighted Sum Model). El método surge de la fusión de estos dos métodos, que WASPAS los combina a través de un parámetro que los equilibra. Para ejecutar este método hay que seguir una serie de pasos. (Ceballos Martín, 2016)

- 1- Construir la matriz de decisión
- 2- Normalizar la matriz de decisión, cuyos valores se denominan como n_{ij} , y que se obtienen aplicando la transformación lineal que usa el método TOPSIS, pudiendo emplearlo para criterios favorables y para criterios desfavorables.
- 3- Cálculo del índice K_i , correspondiente al WSM y se obtiene mediante:

$$K_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n n_{ij} * w_j$$

siendo w_j el peso del criterio j-ésimo.

- 4- Cálculo del índice correspondiente al WPM, que se consigue a través de la expresión:

$$K_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (n_{ij})^{w_j}$$

Siendo de nuevo w_j el peso del criterio j-ésimo.

- 5- Combinación de los dos métodos anteriores, siguiendo la siguiente expresión:

$$K_i = \lambda * K_i^{(1)} + (1 - \lambda) * K_i^{(2)}$$

Siendo λ un valor entre 0 y 1. Si adoptase el valor de 1 el WASPAS sería el WSM y si su valor fuese 0, WASPAS sería el WPM.

- 6- Calcular la clasificación final: el ranking se crea colocando las alternativas de mayor a menor según su valor de K_i , siendo la mejor la que tenga un K_i mayor.



Método MIVES

La metodología MIVES (Modelo Integrado de Valor para Evaluaciones Sostenibles) está diseñada para analizar las alternativas disponibles que pueden dar solución a un cierto problema, haciendo uso de un índice de valor. Este método se diferencia de otros en que también contempla aspectos como la seguridad o los requerimientos funcionales.

Esta técnica apareció en España durante los 70, y ha sido empleado en proyectos de innovación y gestión de PYMES del sector de la ingeniería de la construcción, lo que le ha hecho ser mucho más competitivo.

Para llevar a cabo esta metodología hay que seguir una serie de pasos que se detallan a continuación:

- Definir el problema que hay que resolver y las actuaciones que se deben hacer
- Acotar bien la decisión que se va a tomar
- Ordenar de manera ramificada, en el árbol de toma de decisión, los aspectos que se consideran para seleccionar la alternativa final. En el árbol de toma de decisión se diferencian tres niveles:
 - R_x (Condiciones o requisitos)
 - C_x (Criterios)
 - I_x (Indicadores)
- Definir las funciones de valor. Se establecen unas funciones para conseguir puntuaciones que van desde 0 hasta 1 de todos los aspectos que están en la tercera rama del árbol de toma de decisión.
- Asignar una importancia relativa a los aspectos pertenecientes a cada una de las ramas del árbol de toma de decisión, lo que se podría llamar asignación de pesos.
- Obtener el índice de valor para todas las alternativas.
- Hacer un análisis de los posibles cambios del índice de valor de las alternativas cuando los pesos o las funciones sean distintas. Este paso es totalmente opcional.
- Por último, hay que hacer un análisis de los resultados. Hay que comprobar si el modelo propuesto inicialmente sigue siendo válido a largo plazo y si los resultados que se han obtenido se ajustan a lo previsto. Este paso es opcional, ya que es para hacer un mero control.



2.5.- Selección final

Para el caso que se presentará en los capítulos posteriores, se aplicarán la metodología AHP y la metodología TOPSIS, ya que son dos de los métodos más empleados más empleados de entre todas las técnicas de decisión multicriterio. Además, entre sus áreas de aplicación principal está la logística, lo que coincide con el caso de estudio, objeto de aplicación de ambas técnicas en este proyecto. El AHP tiene numerosas ventajas, como que es un método bastante flexible y adaptable, no emplea una matemática compleja y está basado en una estructura jerárquica, por lo que cada criterio puede ser mejor estudiado. Por otro lado, el TOPSIS utiliza un ranking fundamental, aprovecha al máximo la información de la que dispone y dicha información no tiene por qué ser independiente entre ella.



3.- Metodología de análisis multicriterio

En este apartado se explicarán en profundidad los dos métodos que se aplicarán al caso de estudio. En él se mostrarán todos los pasos a seguir y las fórmulas que hay que utilizar para una correcta aplicación del método.

3.1.- Analytic Hierarchy Process (AHP)

Ahora se definirá el método el método AHP, que será utilizado para ponderación de los criterios, es decir, para otorgar la importancia correspondiente a cada uno de los criterios.

El AHP (Analytic Hierarchy Process) o Proceso Analítico Jerárquico es un método para organizar y analizar decisiones complejas, utilizando las matemáticas y la psicología. Fue desarrollado por Thomas L. Saaty en la década de 1970 y ha sido perfeccionado desde entonces. Contiene tres partes: el objetivo final o problema que estás tratando de resolver, todas las posibles soluciones, llamadas alternativas, y los criterios con los que juzgarás las alternativas. AHP proporciona un marco racional para una decisión necesaria mediante la cuantificación de sus criterios y alternativas, y para relacionar esos elementos con el objetivo general.

El AHP considera un conjunto de criterios de evaluación, y un conjunto de alternativas entre las cuales la mejor decisión es la que se debe tomar. Es importante señalar que, dado que algunos de los criterios podrían ser totalmente opuestos, no es cierto en general que la mejor opción es la que optimiza cada uno de los criterios, sino el que logre el equilibrio más adecuado entre los diferentes criterios. El AHP genera un peso para cada criterio de evaluación de acuerdo con la decisión de la persona que toma las decisiones, comparando por pares los criterios. Cuanto mayor sea el peso, más importante es el criterio correspondiente. A continuación, para un criterio fijo, el AHP asigna una puntuación a cada alternativa de acuerdo a las comparaciones por pares de las opciones basadas en ese criterio. Cuanto más alta sea la puntuación, mejor será el rendimiento de la opción con respecto al criterio considerado. Finalmente, el AHP combina las ponderaciones de los criterios y las puntuaciones de las opciones, determinando así una puntuación global para cada criterio y una clasificación consecuente. La puntuación global de una opción dada es una suma ponderada de las puntuaciones que obtuvo con respecto a todos los criterios.

El AHP es una herramienta muy flexible y poderosa porque las puntuaciones, y por lo tanto la clasificación final, se obtienen sobre la base de las evaluaciones relativas por pares tanto de los criterios como de las opciones proporcionadas por el usuario. Los cálculos realizados



por el AHP siempre se guían por la experiencia de la persona que toma las decisiones, por lo que el AHP puede ser considerado como una herramienta capaz de traducir las evaluaciones (tanto cualitativas como cuantitativas) realizadas por el responsable de la toma de decisiones en una clasificación multicriterio. Además, el AHP es simple porque no hay necesidad de construir un sistema complejo con el conocimiento de la persona que toma las decisiones incrustado en él.

Por otra parte, el AHP puede requerir un gran número de evaluaciones por parte del usuario, especialmente para problemas con muchos criterios y opciones. Aunque cada evaluación es muy simple, ya que sólo requiere que la persona que toma la decisión exprese cómo se comparan dos opciones o criterios entre sí, la carga de la tarea de evaluación puede llegar a ser irracional. De hecho, el número de comparaciones por pares crece cuadráticamente con el número de criterios y opciones.

Sin embargo, con el fin de reducir la carga de trabajo de los responsables de la toma de decisiones, el AHP puede automatizarse total o parcialmente especificando umbrales adecuados para decidir automáticamente algunas comparaciones por pares.

El AHP puede ser implementado en tres simples pasos:

- 1) Crear el vector o matriz de ponderaciones de los criterios.
- 2) Crear la matriz de puntuación de opciones.
- 3) Clasificar las opciones.

Cada uno de estos pasos se describirá en detalle a continuación. Se supone que se consideran m criterios y hay n opciones para ser evaluadas.

-Crear matriz de ponderación de criterios

Para calcular los pesos de los diferentes criterios, el AHP comienza a crear una matriz de comparación por pares (A). La matriz A es una matriz real $m \times m$, donde m es el número de criterios considerados. Cada entrada a_{jk} de la matriz A representa la importancia del criterio j -ésimo en relación con el criterio k -ésimo. Si $a_{jk} > 1$, entonces el criterio j -ésimo es más importante que el criterio k -ésimo, mientras que si $a_{jk} < 1$, entonces el criterio j -ésimo es menos importante que el criterio k -ésimo. Si dos criterios tienen la misma importancia, entonces la entrada a_{jk} es 1. Las entradas a_{jk} y a_{kj} satisfacen la siguiente restricción:

$$a_{jk} * a_{kj} = 1$$



Obviamente, $a_{jj}=1$ para todo j . La importancia relativa entre dos criterios se mide según una escala numérica del 1 al 9, como se muestra en la tabla 2, donde se asume que el criterio j -ésimo es igual o más importante que el criterio k -ésimo. Las frases de la columna "Interpretación" de la Tabla 1 son sólo sugerencias, y puede utilizarse para traducir las evaluaciones cualitativas de la importancia relativa entre dos criterios a cifras. También es posible asignar a los números valores intermedios que no corresponden a una interpretación precisa. Los valores de la matriz A son por definición

Consistentes por pares. Por otro lado, las clasificaciones pueden mostrar en general una ligera inconsistencia. Sin embargo, éstas no causan serias dificultades para el AHP.

<i>Value of a_{jk}</i>	<i>Interpretation</i>
1	j and k are equally important
3	j is slightly more important than k
5	j is more important than k
7	j is strongly more important than k
9	j is absolutely more important than k

Tabla 2. Tabla de puntuaciones relativas. Fuente: AHP, Saaty

-Crear la matriz de puntuación de opciones

La matriz de puntuación de alternativas (S) es una matriz de $m \times n$. Cada entrada s_{ij} de S representa la puntuación del criterio i -ésimo con respecto al j -ésimo. Para obtener tales puntuaciones, primero se construye una matriz de comparación por pares para cada uno de los m criterios, $j=1, \dots, m$. La matriz B es una matriz real $n \times n$, donde n es el número de opciones evaluadas. Cada entrada de la matriz B representa la evaluación de la opción i -ésima comparada con la opción h -ésima con respecto al criterio j -ésimo. Si $b_{ih} > 1$, entonces la i -ésima es mejor que la opción h -ésima, mientras que si $b_{ih} < 1$, entonces la opción i -ésima es peor que la opción h -ésima. Si dos opciones se evalúan como equivalentes con respecto al criterio j -ésimo, entonces $b_{ih}=1$. Los valores b_{ih} y b_{hi} satisfacen la siguiente condición:

$$b_{ih} * b_{hi} = 1$$

y $b_{ii} = 1$ para todo i .

A continuación, el AHP aplica a cada matriz B el mismo procedimiento de dos pasos descrito para la matriz de comparación por pares A , es decir, divide cada entrada por la suma de las entradas de la misma y luego promedia las entradas de cada fila, obteniendo así los vectores de puntuación $s^{(j)}$, $j=1, \dots, m$. El vector $s^{(j)}$ contiene las puntuaciones de las opciones



evaluadas con respecto al criterio j-ésimo. Finalmente, la matriz de resultados S se obtiene como:

$$S = [s^{(1)} \dots s^{(m)}]$$

es decir, la columna j-ésima de S corresponde con el vector $s^{(j)}$.

-Clasificar las opciones

Una vez que el vector de peso w y la matriz de puntuación S han sido calculados, el AHP obtiene un vector v de las puntuaciones globales multiplicando S y w, es decir:

$$v = S * w$$

El valor i-ésimo v_i de v, representa la puntuación global asignada por el AHP a la opción i-ésima. Como paso final, el ranking de alternativas se consigue ordenando las puntuaciones en orden decreciente.

Por último, se debe de comprobar la consistencia. Cuando se realizan muchas comparaciones por pares, normalmente suelen aparecer inconsistencias. Un ejemplo de ellos es el siguiente. Suponiendo que tenemos tres criterios, y el decisor considera que el primer criterio es ligeramente más importante que el segundo criterio, mientras que el segundo criterio es ligeramente más importante que el tercer criterio. La inconsistencia aparecería si el decisor considera por error que el tercer criterio es igual o más importante que el primer criterio. Por otro lado, aparecería una pequeña inconsistencia si el decisor considera que el primer criterio es ligeramente más importante que el tercer criterio. Una valoración consistente sería que el primer criterio fuera más importante que el tercer criterio.

El AHP incorpora una técnica efectiva para comprobar la consistencia de las valoraciones hechas por el decisor cuando este hace las matrices de comparación por pares, llamadas anteriormente matrices A y B. La técnica se basa en el cálculo de un índice de consistencia adecuado, y se explicará solo para la matriz A. Para adaptarlo a las matrices B se haría directamente. El índice de consistencia (CI) se obtiene al calcular el escalar x como la media de los elementos del vector cuyo elemento j-ésimo es el ratio del j-ésimo elemento del vector $A*w$ para el elemento correspondiente del vector w. Entonces:

$$CI = \frac{x - m}{m - 1}$$



Un decisor perfectamente consistente siempre debería tener un $CI = 0$, pero se pueden tolerar pequeños valores de inconsistencia. En particular, si

$$\frac{CI}{RI} < 0.1$$

las inconsistencias son tolerables, y se puede esperar un resultado fiable del AHP. En la formula anterior, RI se refiere a Random Index o índice aleatorio, es decir, el índice de consistencia cuando los valores de A son totalmente aleatorios. En la tabla 3 podemos ver los valores de RI para cuando tenemos hasta 10 criterios diferentes.

<i>m</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>RI</i>	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

Tabla 3. Valores de RI. Fuente: AHP, Saaty

3.2.- Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

En este capítulo se definirá con la mayor claridad posible el método TOPSIS, el cual se utilizará en el caso de estudio para la selección de las alternativas.

El método TOPSIS, siglas que provienen de Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution, o lo que es lo mismo, técnica de ordenación de preferencias por similitud con la solución ideal, fue inicialmente expuesto por Yoon y Hwang en 1981. Este método se basa en dos conceptos para la selección de las alternativas, el primero es el concepto del ideal y el segundo es el concepto del anti-ideal. Esto tiene su explicación en que este método ordena las alternativas por la distancia más corta a la solución ideal y la distancia más larga a la solución anti-ideal.

Dicho método define el ideal como un grupo de puntuaciones idóneas respecto a todos los criterios que se han tenido en cuenta para un determinado conflicto, incluso cuando la mejor solución sea algo imposible de obtener. Por ello, la lógica de la conducta humana siempre tiende a posicionarse lo más cerca posible de la solución ideal, y en separarse el máximo posible de la solución totalmente opuesta a la ideal.



El método TOPSIS establece un índice, llamado proximidad relativa, que se obtiene mediante la combinación de los valores de la lejanía a la solución anti-ideal y los valores de la cercanía a la solución ideal.

La solución ideal, o mejor dicho su concepto, tiene una larga historia a lo largo de la ciencia, concretamente en psicometría, donde se utiliza un fundamento absoluto de ideal. Para el autor de la propuesta de “solución de compromiso”, Zeleny, las definiciones de “solución de compromiso” e “ideal” pueden llegar a ser meras hipótesis sobre la racionalidad oculta en la toma de decisiones de los humanos. En este método se pueden ver las delicadezas que tiene la definición de “ideal” y en base a ello se constituye un método operativo. Para dicho método operativo se deben fijar una serie de definiciones: Teniendo el conjunto $\{A_i\}$ de m opciones de decisión, otro conjunto $\{C_j\}$ de n atributos y una matriz V , donde sus elementos v_{ij} son las valoraciones de las alternativas en base a cada uno de los criterios de decisión:

En R^n , se llama punto ideal al vector o punto:

$A^+ = (A_1^+, A_2^+, A_3^+, \dots, A_m^+)$ siendo A_i^+ el máximo v_{ij} para la situación en las que los criterios tienen un valor favorable y $A^- = (A_1^-, A_2^-, A_3^-, \dots, A_m^-)$ siendo A_i^- el máximo v_{ij} para la situación en las que los criterios tienen unos valores indeseables. La A^+ se define como alternativa ideal.

De la misma manera, se puede definir el punto o vector anti-ideal en R^n como:

$A^- = (A_1^-, A_2^-, A_3^-, \dots, A_m^-)$ siendo A_i^- el mínimo v_{ij} cuando los criterios representan situaciones deseables y $A^+ = (A_1^+, A_2^+, A_3^+, \dots, A_m^+)$ siendo A_i^+ el máximo v_{ij} cuando los criterios presentan atributos desfavorables.

El método TOPSIS pretende posicionarse lo más cerca posible del punto ideal y lo más lejos posible del punto anti ideal. El uso de estas dos directrices puede proporcionar resultados muy diferentes. En la figura 3 hay representadas 5 alternativas para un conflicto donde hay dos criterios, además del punto ideal y el anti-ideal. En ella se puede ver como la opción C es la más cercana a la ideal pero no es la más alejada de la anti-ideal, siendo en ese caso el punto D.

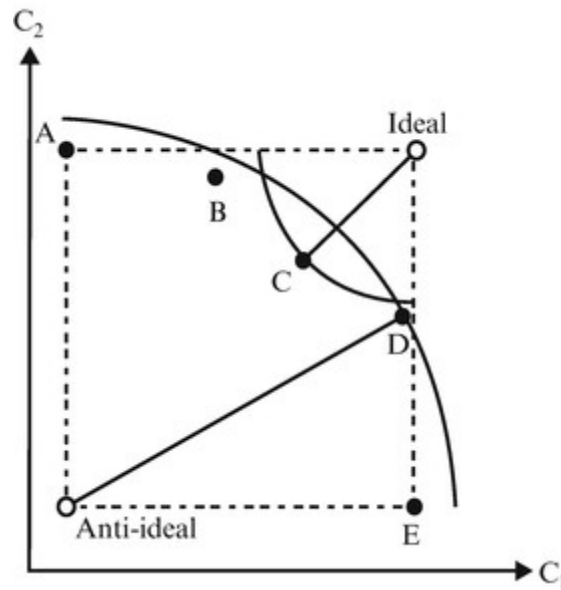


Figura 3 – Proximidad al punto ideal y al anti-ideal. Fuente: Researchgate

El método TOPSIS resuelve este problema apoyándose en la teoría que utilizó Dasaranthy en diversos análisis multivariante. Esto consiste en calcular las distancias al anti-ideal y al ideal para cada una de las alternativas.

Para ello:

$A_i = (v_{i1}, v_{i2}, v_{i3}, \dots, v_{in})$ yendo i desde 1 hasta m , utilizando la métrica de Minkowski se calcula la distancia euclídea al anti-ideal y al ideal mediante:

$$d^-(A_i) = \sqrt{\sum_j w_j^2 [v_{ij} - A_j^-]^2}$$

$$d^+(A_i) = \sqrt{\sum_j w_j^2 [v_{ij} - A_j^+]^2}$$

A continuación, hay que calcular lo que se llama “ratio de similaridad al ideal” mediante:

$$RS(A_i) = \frac{d_p^-(A_i)}{d_p^+(A_i) + d_p^-(A_i)}$$

El valor que se obtenga de esa fórmula será lo que se utilice para la ordenación final de las alternativas.

A continuación, se explicarán los pasos a seguir para aplicar el método TOPSIS, los cuales podemos ver en la figura 4.

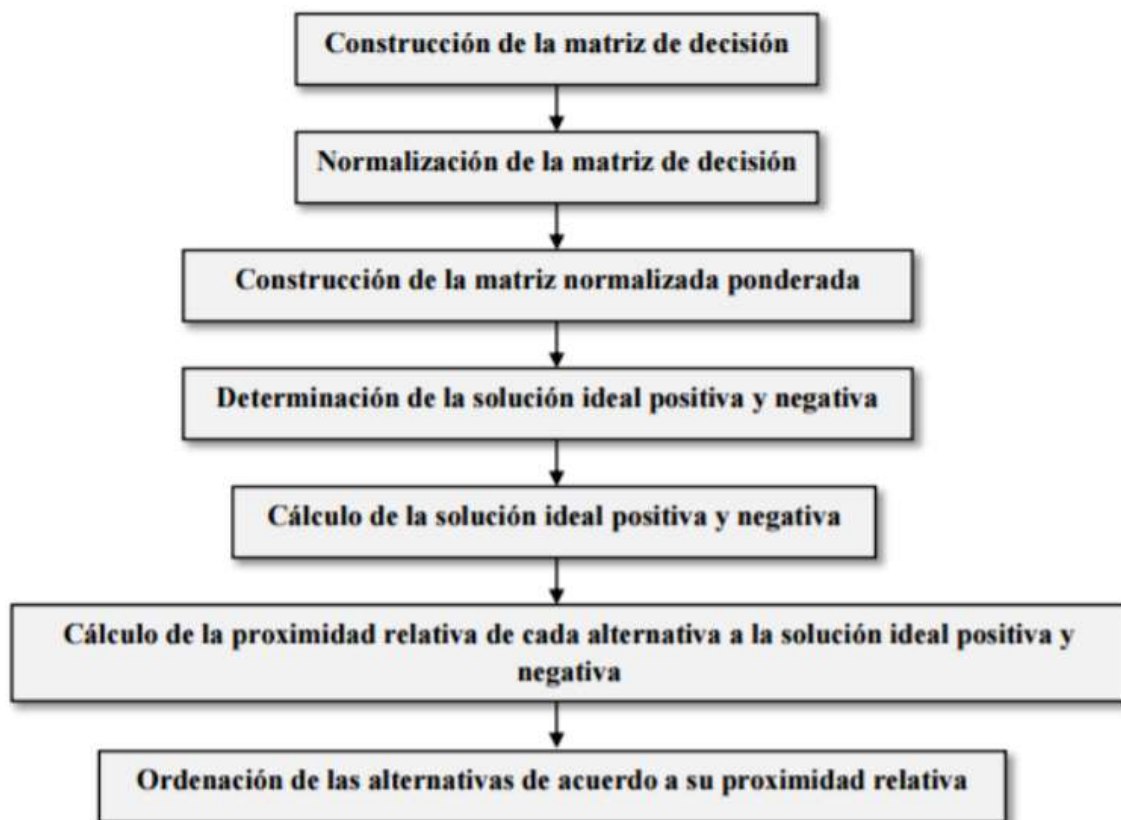


Figura 4. Pasos a seguir para la aplicación de TOPSIS. Fuente: Elaboración propia

El primer paso es la construcción de la matriz de decisión (Tabla 4), la cual TOPSIS evalúa, que está compuesta por m alternativas A_i que son analizadas por n criterios C_j , relacionando un peso w_j con cada uno de ellos.

	w_1	w_2	...	w_j	...	w_n
	C_1	C_2	...	C_j	...	C_n
A_1	r_{11}	r_{12}		r_{1j}		r_{1n}
A_2	r_{21}	r_{22}		r_{2j}		r_{2n}
...						
A_i						
...						
A_m	r_{m1}	r_{m2}		r_{mj}		r_{mn}

Tabla 4. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia

Donde r_{ij} es la puntuación de la alternativa i -ésima respecto al j -ésimo criterio. Para seleccionar un vector de pesos que pondere las alternativas se pueden utilizar diferentes métodos, en nuestro caso se utilizará el método AHP.

Seguidamente hay que normalizar la matriz de decisión. Para ellos se suele emplear la siguiente fórmula:



$$v_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij})^2}}$$

Donde j va de 1 a n .

El tercer paso es construir la matriz de decisión normalizada ponderada, donde cada valor de esta nueva matriz V se obtiene mediante la multiplicación de cada peso w_{ij} por cada valor v_{ij} . Dichos pesos se obtienen mediante un método de ponderación, que como se ha indicado anteriormente será con el AHP.

Después se calculan la solución anti ideal y la solución ideal mediante las siguientes formulas:

$$\overline{A}^+ = \{\overline{A}_1^+, \overline{A}_2^+, \dots, \overline{A}_n^+\} = \{(\max_i \overline{v}_{ij}, j \in J)(\min_i \overline{v}_{ij}, j \in J')\}; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$\overline{A}^- = \{\overline{A}_1^-, \overline{A}_2^-, \dots, \overline{A}_n^-\} = \{(\min_i \overline{v}_{ij}, j \in J)(\max_i \overline{v}_{ij}, j \in J')\}; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

Estando J relacionado con los criterios favorables y J' estando relacionado con los criterios desfavorables.

Ahora se calcula la distancia euclídea desde la solución ideal \overline{A}^+ hasta cada una de las alternativas y la distancia euclídea desde la solución anti-ideal \overline{A}^- con las mismas alternativas a través de las siguientes fórmulas:

$$\overline{d}_i^+ = \sqrt{\sum_j (\overline{v}_{ij} - \overline{A}_j^+)^2}$$

$$\overline{d}_i^- = \sqrt{\sum_j (\overline{v}_{ij} - \overline{A}_j^-)^2}$$

A continuación, se calcula la proximidad relativa desde la solución ideal y la anti-ideal hasta cada una de las alternativas. Para ello se utiliza la misma fórmula que para el ratio de similitud anteriormente explicado:

$$\overline{RS}_i = \frac{\overline{d}_i^-}{\overline{d}_i^+ + \overline{d}_i^-}; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

Si $\overline{RS}_i = 1$, A_i sería lo mismo que la solución ideal y si $\overline{RS}_i = 0$, A_i sería la solución anti-ideal. Esto quiere decir que cuanto más cerca de la unidad este el valor del ratio, más se parecerá la alternativa a la solución ideal.



4.- Aplicación al caso de estudio

En este apartado se verá un caso real de aplicación de métodos multicriterio para una situación real. Primero se describirá dicha situación, para poner en contexto el análisis multicriterio. Después se explica cómo se va a llevar a cabo la aplicación de los métodos y , finalmente se hará un análisis de los resultados obtenidos.

4.1.- Descripción del caso de estudio

4.1.1.-Contexto de la selección

Respecto al caso al que vamos a aplicar esta metodología, nos centraremos en una situación muy concreta, que nos permitirá poner en práctica toda la teoría explicada con anterioridad.

Se trata de una nueva empresa constructora, la cual acaba de establecerse y que se va a especializar en obra urbana. Para iniciar su andadura quiere adquirir una miniexcavadora que le permita realizar una amplia variedad de trabajos en el ámbito urbano, tales como, infraestructura hidráulica, infraestructura eléctrica, pequeña edificación, acondicionamiento de parques y jardines (Figura 5), etc. Como es lógico por ser una nueva empresa, existirá una limitación en el presupuesto, por lo que se deberá tener en cuenta a la hora de elegir la nueva máquina. Por otro lado, se deberán tener en cuenta otros parámetros como pueden ser la altura y la anchura. Estos dos parámetros van directamente relacionados ya que pueden facilitarnos tanto el transporte de la maquina como la accesibilidad a ciertos trabajos. Otro factor a tener en cuenta a la hora de elegir la maquina es el coste del mantenimiento, que mayormente esta acaparado por el consumo de combustible, por lo que se deberá buscar una máquina con un consumo lo más bajo posible siempre y cuando no nos limite otras prestaciones importantes, como podría ser la potencia, la cual siempre será la mayor posible si el resto de las variables son prácticamente iguales.

Debido a los riesgos que supone esta inversión para la empresa y la cantidad de criterios de selección, máquinas y marcas a elegir, lo más coherente es utilizar un método de decisión multicriterio para así conseguir analizar todas las posibles alternativas validas, teniendo en cuenta ciertos criterios, y finalmente elegir la alternativa más conveniente.

Para las alternativas se han seleccionado 11 miniexcavadoras diferentes, las cuales varían en potencia, peso, capacidad del cazo, profundidad de excavación, anchura, altura de la cabina, nivel de ruido, consumo de combustible y precio. Dentro de estos criterios hay unos

que son más importantes que otros, como pueden ser la potencia, el consumo de combustible y el precio. Otros criterios como el nivel de ruido y la altura de la cabina son criterios que se podrían relacionar con el confort, tanto del maquinista como de las personas que puedan estar cerca de la máquina. Por otro lado, hay criterios más generales, como por ejemplo anchura, la capacidad de cazo o la profundidad de excavación.



Figura 5. Miniexcavadora urbanizando un jardín. Fuente: Takeuchi

4.1.2.- Posibles alternativas

Hay criterios que puede parecer que tienen una relación directa, como pueden ser la potencia y el peso, pero en la tabla 5 se puede ver que algunas máquinas sí que siguen una relación lineal, pero hay ciertas marcas que utilizan el mismo motor para distintos modelos, teniendo algunos de ellos pesos hasta un 26% superior en algunos casos. Hay otros casos en los que, para máquinas de pesos similares, las marcas utilizan motores de diferentes potencias, como sucede con la Takeuchi TB153FR y la Doosan DX62R-3, que tienen un peso muy similar pero la Takeuchi tiene un motor de 29.5kW y la Doosan de 44.3kW, es decir, la Doosan es un 50% más potente que la Takeuchi. Por otro lado, hay criterios en los que apenas se muestran diferencias entre un modelo y otro, como puede ser la altura de la cabina, la cual no se sale del rango de 2.50m a 2.60m, esto puede ser por asegurar el confort

del operario, ya que, si se redujese la altura, el operario podría estar algo más agobiado o sentirse incómodo.

Para la situación descrita anteriormente se han elegido una serie de alternativas o posibles soluciones. Las miniexcavadoras seleccionadas para realizar el estudio tienen diferentes potencias, pesos, capacidades de cazo y anchuras. De la marca Cat hay 6 modelos desde los 3800 hasta los 8400 kg, también hay de la marca Komatsu, de la que hay dos modelos, que tienen el mismo motor, pero distinto peso y dimensiones. Luego, también se ha elegido una máquina de otras 3 marcas, de Takeuchi está la TB153FR, que tiene un peso de casi 6 toneladas, siendo una de las más pesadas de la selección. Por otro lado, de JCB está la 8035zts, la cual podemos ver en la Figura 6 y es una de las más ligeras, pero presenta una muy buena relación potencia-peso. Finalmente hay una de la marca Doosan, que supera ligeramente las 6 toneladas, pero tiene un motor de los más potentes, suponiendo esto un consumo bastante elevado.



Figura 6. JCB 8035 zts. Fuente: JCB

En la Tabla 5 podemos ver cada una de las características de estas 11 máquinas, de entre las cuales saldrá la respuesta a la situación planteada con anterioridad, intentando cumplir todos los requisitos que en ella se exponen.



Marca	Modelo	Potencia (kW)	Peso (kg)	Capacidad cazo(m³)	Profundidad excavación (m)	Anchura (m)	Altura cabina (m)	Ruido LWA (db)	Consumo (L/h)	Precio
Cat	303.5E2 CR	17.5	3860	0.05-0.16	2.88	1.78	2.50	96	2.8-4.3	Low
Cat	304E2 CR	30	4050	0.05-0.16	3.13	1.95	2.50	96	3.4-5.1	Low/medium
Cat	305E2 CR	30	5140	0.05-0.28	3.28	1.98	2.55	96	3.4-5.1	Medium
Cat	305.5E2 CR	32.9	5380	0.05-0.28	3.47	1.98	2.55	97	3.6-5.3	Medium/high
Cat	307E2 CR	37.7	7270	0.1-0.37	4.07	2.20	2.63	98	4.4-6.6	High
Cat	308E2 CR SB	48.5	8400	0.1-0.37	4.69	2.32	2.55	99	5.7-8.6	High
Komatsu	PC45MR-3	29.5	4715	0.055-0.16	3.35	1.96	2.55	96	3.3-5.2	Medium
Komatsu	PC55MR-3	29.5	5280	0.055-0.16	3.8	1.96	2.55	96	3.3-5.2	Medium
Takeuchi	TB153FR	29.5	5986	0.102-0.141	3.9	2	2.57	96	3.2-5.3	Medium
JCB	8035 ZTS	23.6	3651	0.05-0.15	3.179	1.75	2.435	95	3.1-4.8	Low/medium
Doosan	DX62R-3	44.3	6250	0.069-0.175	3.815	1.98	2.55	98	5.5-8.4	Medium/high

Tabla 5. Tabla de datos de minicavadoras. Fuente: Elaboración propia

Se puede ver como las potencias de las minicavadoras elegidas van de los 17.5kW hasta los 48.5kW. Caso similar sucede con los pesos, que varían desde los 3651kg hasta los 8400kg, es decir, hay una diferencia entre el pequeño y el mayor del 130%. También se puede ver como existen precios y consumos muy variados. En definitiva, todos estos datos hacen sea complicado hacer una selección cuando se tienen muchas alternativas, por lo que gracias a los métodos multicriterio esta tarea se hace más sencilla.

Como se ha podido ver, hay variables que tienen dos valores o un texto, en el caso de tener dos valores se hará la media aritmética de ellos y en el caso del precio se realizará una escala de 1 a 5 empezando en *Low* y terminando en *High*.

4.2.- Aplicación de los métodos multicriterio al caso de estudio

Para realizar la selección utilizaremos dos métodos multicriterio, uno de ellos será un método de ponderación y otro será un método de toma de decisión. Para la ponderación utilizaremos el método AHP, que nos otorgará la importancia que tiene cada uno de los criterios. Para ello, como a primera vista todos los criterios pueden parecernos igual de importantes, se ha recurrido a opiniones de expertos o trabajadores del sector de la ingeniería civil los cuales han rellenado un formulario donde comparaban por parejas los criterios. Con la información obtenida de ese cuestionario, se aplica el método AHP y se obtiene el peso o grado de importancia de cada uno de los criterios.

Una vez tenemos definidos los pesos de los criterios, aplicaremos un método de toma de decisión, el cual será el TOPSIS, en él introduciremos las diferentes alternativas(maquinas) y los criterios, obteniendo de ello el resultado final, que será la máquina que mejor se adapte a nuestras necesidades.



4.2.1.- AHP

4.2.1.1 Resultados

1. Definición de cuestionarios

Para completar la matriz de comparación por pares se ha pedido opinión a diferentes personas del sector de la construcción, las cuales eran de diferente edad y sexo y tenían diferente nivel de formación académica y puesto de trabajo. Estas personas han rellenado un cuestionario como el que se muestra a continuación en la Figura 7:

Nombre (Opcional):	Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer							
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar / Estudios Universitarios / Doctorado							

Situación: Una nueva empresa constructora que acabe de establecerse, quiere comprar una miniescavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparación de j1 con j2		Valor numérico								
Criterio j1	Criterio j2	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Peso	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Capacidad Cazo	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Profundidad Excavación	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Profundidad Excavación	vs. Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Profundidad Excavación	vs. Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Profundidad Excavación	vs. Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Profundidad Excavación	vs. Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Profundidad Excavación	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Anchura	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Anchura	vs. Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Anchura	vs. Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Anchura	vs. Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Anchura	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Altura Cabina	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Altura Cabina	vs. Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Altura Cabina	vs. Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Altura Cabina	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Ruido LWA	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Ruido LWA	vs. Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Ruido LWA	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Consumo Combustible	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Consumo Combustible	vs. Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Precio	vs. Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Figura 7. Cuestionario de comparación de criterios por pares. Fuente: Elaboración propia



Lo primero que debían completar eran una serie de información personal que después se utilizará para analizar los diferentes perfiles de los encuestados.

A continuación, se comparan todos los criterios con todos por parejas y basándose en la numeración de la Figura 8 se aplican los valores que ellos creen convenientes para el caso concreto que se les plantea. Para cada uno de los encuestados obtendremos una matriz de comparación por pares.

j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Absolutamente menos importante	1/9
Mucho menos importante	1/7
Menos importante	1/5
Un poco menos importante	1/3
Igual de importante	1
Un poco más importante	3
Más importante	5
Mucho más importante	7
Absolutamente más importante	9

Figura 8. Valores de comparación por pares. Fuente: Elaboración propia

2. Análisis de los decisores

Para responder a los cuestionarios anteriormente explicados se les ha pedido opinión a quince personas relacionadas con el mundo de la ingeniería de la construcción. Aunque parezca que en este mundo hay menos mujeres que hombres, entre las personas encuestadas hay un 40% de mujeres y un 60% de hombres, este dato no es relevante, si no mera curiosidad. Entre los 15 encuestados hay personas de 5 franjas de edad, que se pueden ver en la Figura 9, donde se ve que hay dos personas de entre 18 y 25 años, seis personas de entre 26 y 35 años, cinco personas entre 36 y 45 años, una persona entre 46 y 55 y una persona también de entre 56 y 65 años.

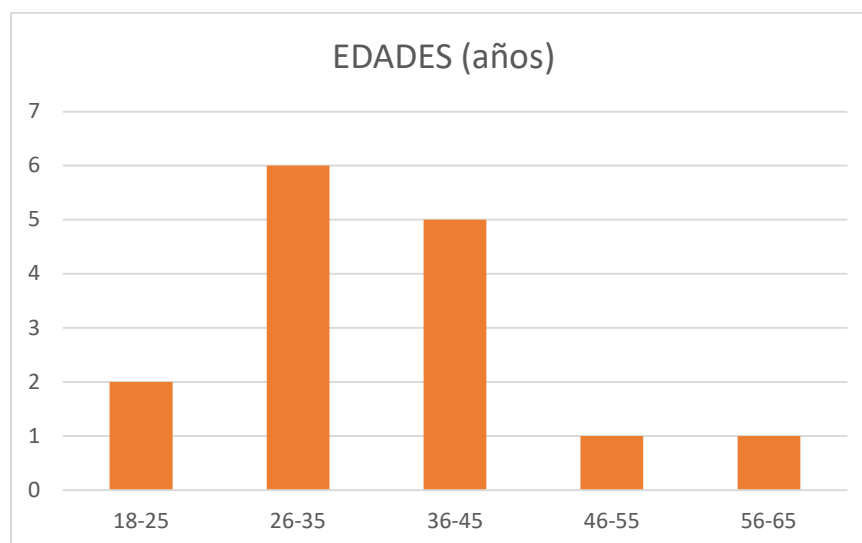


Figura 9. Gráfico de edades de los decisores. Fuente: Elaboración propia

Otro dato que se les requería a los encuestados era el nivel de estudios terminados que tenía cada uno de ellos. Entre los encuestados hay una persona con educación primaria, otra persona con formación profesional o similar, diez personas con estudios universitarios y 3 personas con doctorado. Todos estos datos se pueden ver representados en la figura 10. El último dato relevante que se les pedía a los decisores de nuestro caso de estudio es el empleo que tienen actualmente, información que se puede ver en la Figura 11. De las quince personas, dos se dedica al movimiento de tierras, tres son profesores, seis son ingenieros en empresas y los cuatro restantes son ingenieros a pie de obra.

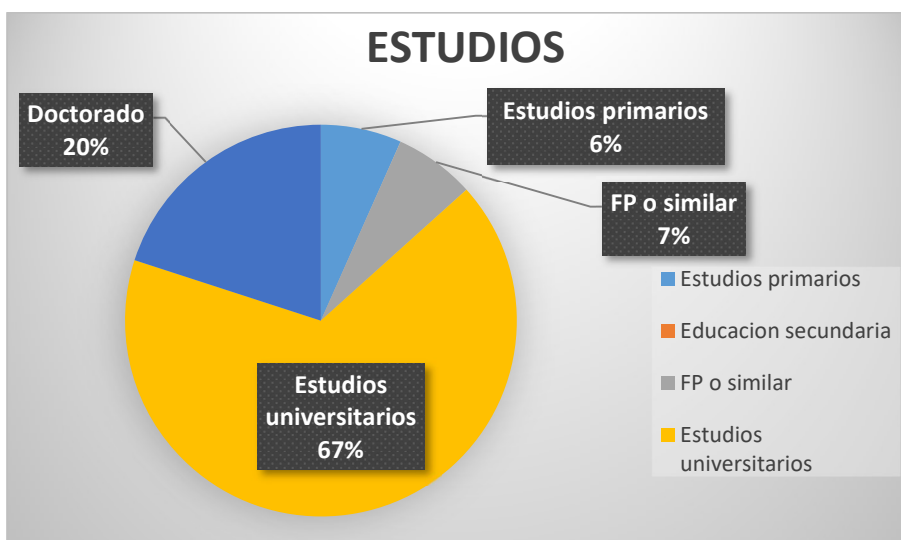


Figura 10. Gráfico de nivel de estudio de los decisores. Fuente: Elaboración propia

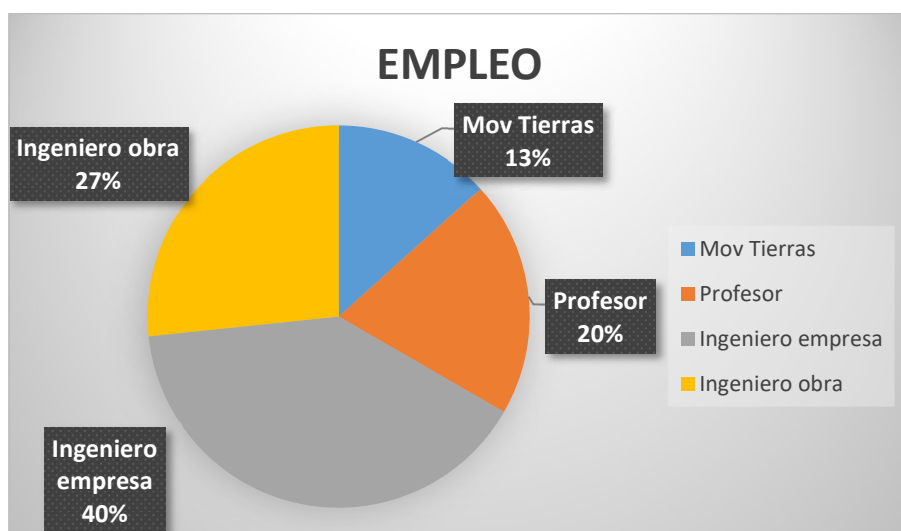


Figura 11. Gráfico de empleo de los decisores. Fuente: Elaboración propia

De todos los cuestionarios se obtendrán los pesos de cada uno de los criterios, que se calcula a través del método AHP.



3. Aplicación de AHP

El método AHP utilizará para determinar la importancia relativa de los diferentes atributos con respecto al objetivo. Entonces, lo primero que debemos hacer es la matriz de comparación por parejas, la cual se puede ver en la Tabla 6. En ella compararemos cada atributo con todos los demás, otorgando un valor a cada comparación en función de la importancia que se le otorgue a cada uno.

	Potencia	Peso	Capacidad cazo	Profundidad excavación	Anchura	Altura cabina	Ruido LWA	Consumo combustible	Precio
Potencia	1	5	1	1	3	7	3	0,2	0,33333333
Peso	0,2	1	0,142857	0,142857	0,142857	9	1	0,142857	0,11111111
Capacidad cazo	1	7	1	5	7	9	5	0,33333333	0,142857
Profundidad excavación	1	7	0,2	1	1	7	1	0,2	0,142857
Anchura	0,33333333	7	0,142857	1	1	1	1	0,142857	0,11111111
Altura cabina	0,142857	0,11111111	0,11111111	0,142857	1	1	0,2	0,11111111	0,11111111
Ruido LWA	0,33333333	1	0,2	1	1	5	1	0,2	0,2
Consumo combustible	5	7	3	5	7	9	5	1	1
Precio	3	9	7	7	9	9	5	1	1

Tabla 6. Matriz de comparación por parejas. Fuente: Elaboración propia

Una vez se tiene completa la matriz de comparación por pares se suman los valores de cada columna. Después se calcula la matriz de comparación por pares normalizada (Tabla 7), que consiste en dividir cada una de las columnas entre la suma de los valores obtenida anteriormente.

SUMA	12,00952	44,11111	12,79683	21,28571	30,14286	57,00000	22,20000	3,33016	3,15238
------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	---------

MATRIZ NORMALIZADA									
	Potencia	Peso	Capacidad cazo	Profundidad excavación	Anchura	Altura cabina	Ruido LWA	Consumo combustible	Precio
Potencia	0,08327	0,11335	0,07814	0,04698	0,09953	0,12281	0,13514	0,06006	0,10574
Peso	0,01665	0,02267	0,01116	0,00671	0,00474	0,15789	0,04505	0,04290	0,03525
Capacidad cazo	0,08327	0,15869	0,07814	0,23490	0,23223	0,15789	0,22523	0,10010	0,04532
Profundidad excavación	0,08327	0,15869	0,01563	0,04698	0,03318	0,12281	0,04505	0,06006	0,04532
Anchura	0,02776	0,15869	0,01116	0,04698	0,03318	0,01754	0,04505	0,04290	0,03525
Altura cabina	0,01190	0,00252	0,00868	0,00671	0,03318	0,01754	0,00901	0,03337	0,03525
Ruido LWA	0,02776	0,02267	0,01563	0,04698	0,03318	0,08772	0,04505	0,06006	0,06344
Consumo combustible	0,41634	0,15869	0,23443	0,23490	0,23223	0,15789	0,22523	0,30029	0,31722
Precio	0,24980	0,20403	0,54701	0,32886	0,29858	0,15789	0,22523	0,30029	0,31722

Tabla 7. Matriz de comparación por parejas normalizada. Fuente: Elaboración propia

Ahora, para obtener el peso de cada criterio, se debe hacer la media de los valores de cada fila, como se ve en la Tabla 8. Directamente, el valor que obtengamos de ese cálculo será la importancia relativa de ese criterio para el caso de estudio.

Aunque ya tengamos los pesos de cada criterio debemos de calcular la consistencia de la matriz, para comprobar si el método que estamos utilizando es válido. Para ello hay que multiplicar cada columna de la matriz de comparación por pares por el peso de cada criterio y después sumar cada una de las filas de la nueva matriz que se obtenga, como se ve en la Tabla 9.



CRITERIO	MEDIA
Potencia	0,0340
Peso	0,0924
Capacidad cazo	0,0662
Profundidad excavación	0,0428
Anchura	0,2094
Altura cabina	0,2094
Ruido LWA	0,0237
Consumo combustible	0,1422
Precio	0,1799

Tabla 8. Peso de cada uno de los criterios. Fuente: Elaboración propia

	Potencia	Peso	Capacidad cazo	Profundidad excavación	Anchura	Altura cabina	Ruido LWA	Consumo combustible	Precio	SUMA
Potencia	0,09389	0,19057	0,14620	0,06789	0,13950	0,12300	0,13416	0,05060	0,09737	1,04317
Peso	0,01878	0,03811	0,02089	0,00970	0,00664	0,15815	0,04472	0,03615	0,03246	0,36559
Capacidad cazo	0,09389	0,26680	0,14620	0,33943	0,32550	0,15815	0,22360	0,08434	0,04173	1,67962
Profundidad excavación	0,09389	0,26680	0,02924	0,06789	0,04650	0,12300	0,04472	0,05060	0,04173	0,76437
Anchura	0,03130	0,26680	0,02089	0,06789	0,04650	0,01757	0,04472	0,03615	0,03246	0,56426
Altura cabina	0,01341	0,00423	0,01624	0,00970	0,04650	0,01757	0,00894	0,02811	0,03246	0,17717
Ruido LWA	0,03130	0,03811	0,02924	0,06789	0,04650	0,08786	0,04472	0,05060	0,05842	0,45464
Consumo combustible	0,46945	0,26680	0,43859	0,33943	0,32550	0,15815	0,22360	0,25302	0,29210	2,76663
Precio	0,28167	0,34302	1,02337	0,47520	0,41850	0,15815	0,22360	0,25302	0,29210	3,46863

Tabla 9. Matriz ponderada. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se dividen los valores de la suma entre los pesos de cada uno de los criterios y obtenemos una columna de valores. Ahora se realiza la media de esos valores que se han obtenido y ese es el valor λ_{max} . Ahora se calcula el índice de consistencia (C.I.), que se obtiene de la fórmula: $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$, donde n es el número de criterios que se están estudiando. Por último, se calcula el ratio de consistencia (CR) que se obtiene de dividir el CI entre un índice aleatorio (RI), el cual esta predefinido y se obtiene de una tabla, en este caso $RI = 1.45$. El valor del CR no debe ser superior a 0.1, ya que si esto sucede la matriz se puede decir que es inconsistente y habría que desecharla.



λ_{\max}	10,09692566
Consistency Index	0,010769517
Consistency Ratio	0,007227864

Tabla 10. λ_{\max} , índice de consistencia y ratio de consistencia. Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2.- Discusión

A la hora de analizar los resultados obtenidos en las encuestas, se hará una diferenciación entre las personas que dan su opinión basándose en la experiencia en obra, como pueden ser los ingenieros que están a pie de obra y las personas que se dedican al movimiento de tierras, y la opinión de las personas que tienen menos experiencia en campo, pero tienen más conocimiento teórico, como pueden ser los ingenieros que trabajan en las oficinas de las empresas o los profesores. Para cada una de las categorías se obtendrá una puntuación de los diferentes criterios. Además de esos dos grupos se expondrá la media general de la puntuación de los criterios.

Dicha media de cada uno pesos, la cual se puede ver en la Tabla 11, se ha obtenido con los datos recogidos en los cuestionarios anteriormente citados. Se puede ver como el precio es el criterio más destacado, seguido de cerca por la anchura y el consumo de combustible. Valores intermedios adoptan criterios como el peso, la altura de cabina, la potencia y la capacidad de cazo. La profundidad de excavación y el ruido son los criterios con un menor peso asignado. Estos resultados son bastante coherentes teniendo en cuenta la situación que se ha expuesto con anterioridad, donde el factor económico y el factor de dimensiones priman por encima de cualquier otro criterio.

CRITERIO	PESO
Potencia	0,097904492
Peso	0,115878015
Capacidad cazo	0,092571088
Profundidad excavación	0,080366533
Anchura	0,146378827
Altura cabina	0,106445245
Ruido	0,06382085
Consumo combustible	0,135354957
Precio	0,161279994

Tabla 11. Media de pesos asignados a cada criterio. Fuente: Elaboración propia



A continuación, en la Tabla 12, se muestran los pesos calculados con las respuestas obtenidas de las personas con más experiencia en obra. En ella se puede ver cómo le dan más importancia dos criterios, como son la anchura y la altura de cabina. Esto puede ser porque estas personas son más conscientes del espacio del que suelen disponer a la hora de afrontar obras similares a lo descrito en el caso de estudio. Por otro lado, el consumo de combustible, el precio y el peso tampoco pasan desapercibido, ya que dos de ellos son bastante importantes en el factor económico. Los criterios que menos peso tienen para estas personas son potencia, capacidad de cazo, profundidad de excavación y nivel de ruido, esto puede ser porque para este tipo de obras quizás no se necesiten maquinas muy potentes ni que muevan mucha tierra, y tampoco que sean especialmente silenciosas, ya que todas emiten niveles de ruido muy parecidos.

Se puede ver como las personas con más experiencia le otorgan menos importancia al precio que la media, pero otro lado éstos le otorgan mucha más importancia a dimensiones como la altura y la anchura.

CRITERIO	PESO
Potencia	0,086137902
Peso	0,11676419
Capacidad cazo	0,091181234
Profundidad excavación	0,073662307
Anchura	0,176787507
Altura cabina	0,165316255
Ruido	0,055135642
Consumo combustible	0,113325391
Precio	0,121689571

Tabla 12. Pesos asignados por las personas con más experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 13, se muestran los pesos que se han obtenido de las personas con menos experiencia en obra. Se puede ver como el precio destaca bastante entre los valores, seguido por el consumo de combustible. Esto puede ser porque estas personas, según su opinión, den más importancia al factor económico que al resto. El ruido sigue estando en el último lugar, probablemente por no ser un factor diferencial a la hora de seleccionar una



máquina. Criterios como la potencia, el peso, la capacidad de cazo, o la anchura tienen casi la misma importancia y no pasan desapercibidos.

CRITERIO	PESO
Potencia	0,11241799
Peso	0,105095336
Capacidad cazo	0,103781827
Profundidad excavación	0,0803483
Anchura	0,127797104
Altura cabina	0,066533795
Ruido	0,060567871
Consumo combustible	0,144037964
Precio	0,199419813

Tabla 13. Pesos asignados por las personas con menos experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, las mayores diferencias en los pesos asignados por las personas con más experiencia en obra y las que menos, se pueden ver en el precio, el consumo de combustible, la altura de cabina y la anchura. Esto puede tener su explicación en lo comentado anteriormente, de que las personas con experiencia en obra tienen conocimiento de los lugares a los que deberán acceder este tipo de máquinas y por eso le otorgan tanta importancia a las dimensiones, y en que las personas “más teóricas”, por llamarlas de alguna manera, le otorgan más importancia factores totalmente económicos.

4.2.2.- TOPSIS

4.2.2.1.- Resultados

Una vez obtenidos los pesos de cada uno de los criterios, se deben analizar las alternativas de las que se dispone, en nuestro caso las miniexcavadoras. Para realizar el análisis se empleará el método TOPSIS, que una vez ejecutado arroja un orden o ranking de las diferentes alternativas de mejor a peor según se adapten a nuestros requisitos.

Lo primero que se debe hacer es colocar en una matriz todos los datos de cada una de las máquinas (Tabla 14), cada columna será un atributo y cada fila será una máquina distinta. Para el caso del precio de las máquinas, se le da valores a cada una de las valoraciones, por lo que para un precio bajo se otorgará el valor 1, para un precio medio se otorgará un valor 3 y para un precio alto se le asigna un valor 5, siendo 2 y 4 valores intermedios.



	Potencia	Peso	Capacidad cazo	Profundidad excavación	Anchura	Altura cabina	Ruido LWA	Consumo combustible	Precio
Cat 303.5E2 CR	17,5	3860	0,105	2,88	1,78	2,5	96	3,55	1
Cat 304E2 CR	30	4050	0,105	3,13	1,95	2,5	96	4,25	2
Cat 305E2 CR	30	5140	0,165	3,28	1,98	2,55	96	4,25	3
Cat 305.5E2 CR	32,9	5380	0,165	3,47	1,98	2,55	97	4,45	4
Cat 307E2 CR	37,7	7270	0,235	4,07	2,2	2,63	98	5,5	5
Cat 308E2 CR SB	48,5	8400	0,235	4,69	2,32	2,55	99	7,15	5
Komatsu PC45MR-3	29,5	4715	0,1075	3,35	1,96	2,55	96	4,25	3
Komatsu PC55MR-3	29,5	5280	0,1075	3,8	1,96	2,55	96	4,25	3
Takeuchi TB153FR	29,5	5896	0,141	3,9	2	2,57	96	4,25	3
JCB 8035 ZTS	23,6	3651	0,1	3,175	1,75	2,435	95	3,95	2
Doosan DX62R-3	44,3	6250	0,175	3,815	1,98	2,55	98	6,95	4

Tabla 14. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia

Una vez tenemos la matriz se debe hacer la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de cada elemento de cada columna. Una vez tengamos esos valores, dividimos cada columna por su valor correspondiente y obtenemos la matriz de decisión normalizada (Tabla 15).

MATRIZ DE DECISION NORMALIZADA									
	Potencia	Peso	Capacidad cazo	Profundidad excavación	Anchura	Altura cabina	Ruido LWA	Consumo combustible	Precio
Cat 303.5E2 CR	0,159141	0,207113	0,201860	0,239205	0,269264	0,296766	0,299505	0,216853	0,088736
Cat 304E2 CR	0,272813	0,217308	0,201860	0,259969	0,294980	0,296766	0,299505	0,259612	0,177471
Cat 305E2 CR	0,272813	0,275793	0,317209	0,272428	0,299518	0,302702	0,299505	0,259612	0,266207
Cat 305.5E2 CR	0,299185	0,288671	0,317209	0,288209	0,299518	0,302702	0,302624	0,271830	0,354943
Cat 307E2 CR	0,342835	0,390081	0,451782	0,338043	0,332798	0,312198	0,305744	0,335969	0,443678
Cat 308E2 CR SB	0,441048	0,450712	0,451782	0,389538	0,350951	0,302702	0,308864	0,436760	0,443678
Komatsu PC45MR-3	0,268266	0,252989	0,206666	0,278242	0,296493	0,302702	0,299505	0,259612	0,266207
Komatsu PC55MR-3	0,268266	0,283305	0,206666	0,315618	0,296493	0,302702	0,299505	0,259612	0,266207
Takeuchi TB153FR	0,268266	0,316357	0,271069	0,323923	0,302544	0,305076	0,299505	0,259612	0,266207
JCB 8035 ZTS	0,214613	0,195899	0,192248	0,263707	0,264726	0,289051	0,296385	0,241287	0,177471
Doosan DX62R-3	0,402854	0,335352	0,336434	0,316863	0,299518	0,302702	0,305744	0,424543	0,354943

Tabla 15. Matriz de decisión normalizada. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se debe multiplicar cada columna por el peso calculado mediante el AHP, resultando la siguiente matriz normalizada ponderada (Tabla 16):

PESOS	0,09790	0,11588	0,09257	0,08037	0,14638	0,10645	0,06382	0,13535	0,16128
	Potencia	Peso	Capacidad cazo	Profundidad excavación	Anchura	Altura cabina	Ruido LWA	Consumo combustible	Precio
Cat 303.5E2 CR	0,01558	0,02400	0,01869	0,01922	0,03941	0,03159	0,01911	0,02935	0,01431
Cat 304E2 CR	0,02671	0,02518	0,01869	0,02089	0,04318	0,03159	0,01911	0,03514	0,02862
Cat 305E2 CR	0,02671	0,03196	0,02936	0,02189	0,04384	0,03222	0,01911	0,03514	0,04293
Cat 305.5E2 CR	0,02929	0,03345	0,02936	0,02316	0,04384	0,03222	0,01931	0,03679	0,05725
Cat 307E2 CR	0,03357	0,04520	0,04182	0,02717	0,04871	0,03323	0,01951	0,04548	0,07156
Cat 308E2 CR SB	0,04318	0,05223	0,04182	0,03131	0,05137	0,03222	0,01971	0,05912	0,07156
Komatsu PC45MR-3	0,02626	0,02932	0,01913	0,02236	0,04340	0,03222	0,01911	0,03514	0,04293
Komatsu PC55MR-3	0,02626	0,03283	0,01913	0,02537	0,04340	0,03222	0,01911	0,03514	0,04293
Takeuchi TB153FR	0,02626	0,03666	0,02509	0,02603	0,04429	0,03247	0,01911	0,03514	0,04293
JCB 8035 ZTS	0,02101	0,02270	0,01780	0,02119	0,03875	0,03077	0,01892	0,03266	0,02862
Doosan DX62R-3	0,03944	0,03886	0,03114	0,02547	0,04384	0,03222	0,01951	0,05746	0,05725

Tabla 16. Matriz normalizada ponderada. Fuente: Elaboración propia

Tras obtener esta matriz, se debe seleccionar el valor que más favorezca y el valor que menos favorezca (Tabla 17), es decir, para el caso de la potencia el valor que más favorece es el más alto, pero respecto a la anchura buscamos que la maquina sea lo menos ancha posible, por lo que el valor más favorable será la menor anchura.

Ideal Best Value	0,082136608	0,044043274	0,070096062	0,02799196	0,008643484	0,006472072	0,007154433	0,036846888	0,009970063
Ideal Worst Value	0,02963692	0,101332101	0,029828112	0,017189093	0,01145879	0,006990369	0,007455672	0,074212747	0,049850313

Tabla 17. Valores más favorables y menos favorables de cada uno de los criterios. Fuente: Elaboración propia

Después se debe obtener la distancia euclídea de cada valor con el mejor valor (S_i^+) (Figura 12) y la distancia euclídea con el peor valor (S_i^-) (Figura 13). Una vez obtenido esto, se calcula la distancia a la solución ideal (Tabla 18) mediante la siguiente formula: $P_i = (S_i^-) / ((S_i^-) + (S_i^+))$.

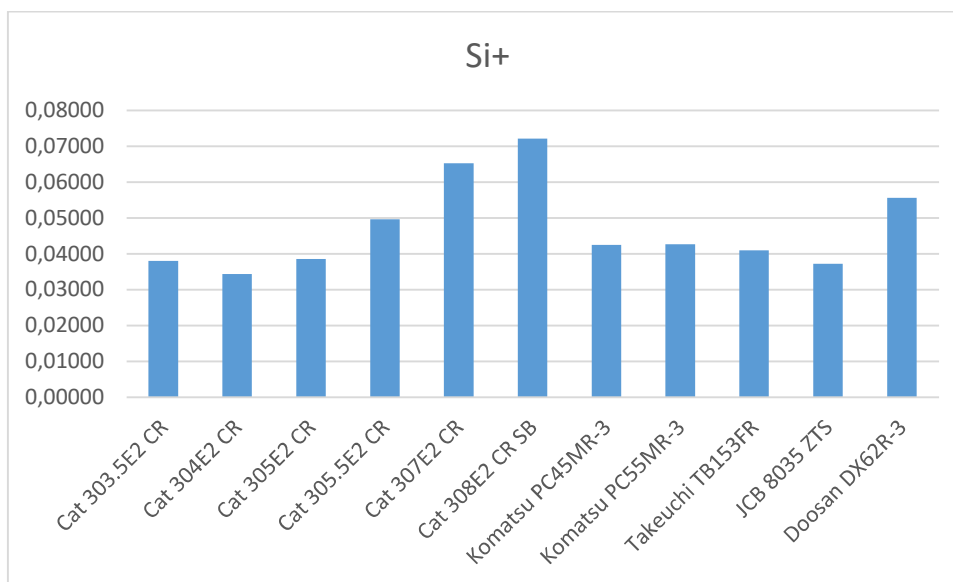


Figura 12. Distancia de cada alternativa a la solución ideal. Fuente: Elaboración propia

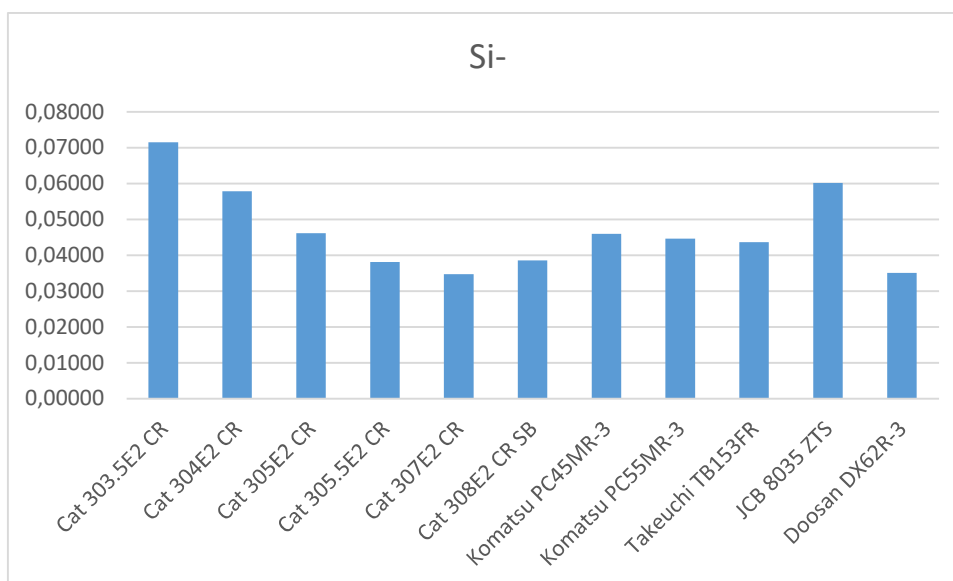


Figura 13. Distancia de cada alternativa a la solución anti-ideal. Fuente: Elaboración propia



	Pi	Rank
Cat 303.5E2 CR	0,65270	1
Cat 304E2 CR	0,62748	2
Cat 305E2 CR	0,54513	4
Cat 305.5E2 CR	0,43454	8
Cat 307E2 CR	0,34736	11
Cat 308E2 CR SB	0,34842	10
Komatsu PC45MR-3	0,51975	5
Komatsu PC55MR-3	0,51142	7
Takeuchi TB153FR	0,51585	6
JCB 8035 ZTS	0,61752	3
Doosan DX62R-3	0,38707	9

Tabla 18. Clasificación final de alternativas. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se les asigna un ranking de mayor a menor puntuación, siendo la primera la mejor alternativa y la última la peor.

4.2.2.2.- Discusión

Anteriormente, cuando se aplicó el AHP, se obtuvieron tres ponderaciones de criterios diferentes, una era la media obtenida con todos los encuestados y las otras dos eran de personas con más o menos experiencia a pie de obra. Ahora, con esas tres ponderaciones, mediante el método TOPSIS, se han obtenido otros tres rankings diferentes de alternativas.

Comencemos por la ponderación de la media general de los encuestados, que nos da un ranking (Tabla 19), donde la Cat 303.5E2 CR resulta elegida como la mejor alternativa, aunque la Cat 304E2 CR y la JCB 8035 ZTS están prácticamente a su altura. Si analizamos este resultado, se puede ver que las tres son las miniexcavadoras con menor peso, con menor anchura y las más baratas de entre las alternativas. Esto es bastante lógico si se vuelve la vista atrás y se analiza el caso de estudio que se planteaba, donde era necesaria una máquina que fuese económica, no gastase mucho combustible y que tuviera facilidad de movimientos en espacios reducidos, por lo que estas tres alternativas se adaptan en mayor o menor medida a lo que se requería en el caso de estudio. Por el contrario, las máquinas más pesadas y caras ocupan los últimos puestos del ranking, por lo que son las miniexcavadoras que debemos evitar adquirir a toda costa.



Alternativas	Pi	Rank
Cat 303.5E2 CR	0,65270014	1
Cat 304E2 CR	0,62748169	2
Cat 305E2 CR	0,54512653	4
Cat 305.5E2 CR	0,43454225	8
Cat 307E2 CR	0,34735813	11
Cat 308E2 CR SB	0,34841849	10
Komatsu PC45MR-3	0,51975097	5
Komatsu PC55MR-3	0,51141622	7
Takeuchi TB153FR	0,51584567	6
JCB 8035 ZTS	0,61751797	3
Doosan DX62R-3	0,38707193	9

Tabla 19. Ranking obtenido de la ponderación general. Fuente: Elaboración propia

Respecto a la ponderación realizada por los ingenieros que trabajan en obra y las personas que se dedican al movimiento de tierras, se obtiene un resultado, el cual se puede ver en la Tabla 20, muy parecido al anterior, pero con ligeros matices. La Cat 303.5E2 CR sigue siendo la alternativa colocada en primer lugar, pero la Cat 304E2 CR y la JCB 8035 ZTS la siguen todavía más de cerca que en el caso anterior, por lo que prácticamente se podría que cualquiera de esas tres alternativas sería las más adecuada para ser adquirida por la empresa. Cabe destacar que la Cat 305E2 CR, la Komatsu PC45MR-3, la Komatsu PC55MR-3 y la Takeuchi TB153FR, ya no están tan lejos de la mejor alternativa como en el caso anterior, ya que han mejorado bastante su puntuación. Por el contrario, las maquinas más pesadas y caras siguen siendo las peor valoradas y por lo tanto las peor colocadas en el ranking.

Finalmente, la ponderación obtenida de las personas con menos experiencia en obra, es decir, ingenieros que trabajan en oficina y profesores, arroja un ranking, el cual se muestra en la Tabla 21, que tampoco difiere de los dos anteriores. Este ranking respecto al anterior tiene las 4 primeras posiciones iguales y el resto de las alternativas se han movido una posición arriba o abajo, por lo que se sigue la misma tendencia de que las tres mejores miniexcavadoras en esta situación son las más ligeras y económicas y las peores son las más pesadas y caras.



Alternativas	Pi	Rank
Cat 303.5E2 CR	0,62768199	1
Cat 304E2 CR	0,60802007	2
Cat 305E2 CR	0,55217087	4
Cat 305.5E2 CR	0,46352251	8
Cat 307E2 CR	0,37995797	10
Cat 308E2 CR SB	0,37274683	11
Komatsu PC45MR-3	0,52007845	5
Komatsu PC55MR-3	0,50766094	6
Takeuchi TB153FR	0,51081674	7
JCB 8035 ZTS	0,6049837	3
Doosan DX62R-3	0,41427168	9

Tabla 20. Ranking obtenido de las personas con más experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia

Alternativas	Pi	Rank
Cat 303.5E2 CR	0,65840883	1
Cat 304E2 CR	0,62763743	2
Cat 305E2 CR	0,53247947	4
Cat 305.5E2 CR	0,40613908	8
Cat 307E2 CR	0,33237075	11
Cat 308E2 CR SB	0,34349264	10
Komatsu PC45MR-3	0,50495234	6
Komatsu PC55MR-3	0,50004334	7
Takeuchi TB153FR	0,50935377	5
JCB 8035 ZTS	0,6123689	3
Doosan DX62R-3	0,377201	9

Tabla 21. Ranking obtenido de las personas con menos experiencia en obra. Fuente: Elaboración propia

Tras hacer este análisis de los resultados se puede afirmar que la mejor alternativa es la Cat 303.5E2 CR (Figura 12), siendo la más barata, la menos pesada, la más estrecha y la que menos combustible consume. Otras dos alternativas posibles serían la Cat 304E2 CR o la JCB 8035 ZTS, que casi obtienen la misma puntuación que la alternativa ganadora y podrían ser la miniexcavadora elegida.



Viendo los demás resultados quizás se podría haber elegido todas las máquinas de entre 3000 y 5000 kg, para ser más certeros en la decisión final, pero en este caso se consideró un amplio rango de tamaños y prestaciones.



Figura 14. Cat 303.5E2 CR. Fuente: Cat



5. Conclusiones

En este proyecto se ha llevado a cabo una introducción a los métodos de decisión multicriterio, incluyendo un análisis del contexto histórico de estos métodos, una definición de las diferentes formas de clasificación y una descripción de algunas de las técnicas más empleadas en los últimos años. A continuación, se han aplicado dos de estos métodos a un caso real relacionado con la ingeniería de la construcción.

Así, una vez explicados de forma detallada los métodos seleccionados para su aplicación, que en este caso fueron el método AHP de ponderación de criterios y el método TOPSIS de selección de alternativas, se ha desarrollado brevemente el caso de estudio que ha servido de contexto para la aplicación de dichas técnicas. Se trataría de una situación concreta en la que una nueva empresa necesitaba adquirir una miniexcavadora para trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras e instalación de servicios.

De acuerdo con los métodos multicriterio se puede concluir que para situaciones como la descrita en el caso de estudio, hay que tener en muy en cuenta el factor económico, en este caso el precio y el consumo de combustible, así como la anchura, que será un condicionante determinante a la hora de acceder a espacios reducidos.

De entre los 9 criterios elegidos para la selección posterior de las alternativas, los de mayor importancia han resultado ser: el precio, el consumo de combustible y la anchura. Por su parte, de entre las 11 alternativas posibles, el ranking final lo formaron la Cat 303.5E2 CR, la Cat 304E2 CR y la JCB 8035 ZTS.



6. Bibliografía

Ceballos Martín, B., 2016. *Modelos De Decisión Multi-Criterio En Entornos Con Incertidumbre: Estudio Comparativo Y Aplicación*. Doctorado. Universidad de Granada.

Liou, J. and Tzeng, G., 2012. COMMENTS ON “MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING (MCDM) METHODS IN ECONOMICS: AN OVERVIEW”. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(4), pp.672-695.

Nădăban, S., Dzitac, S. and Dzitac, I., 2016. Fuzzy TOPSIS: A General View. *Procedia Computer Science*, 91, pp.823-831.

Openness-project.eu. 2017. *Multi-Criteria Decision Analysis | Openness Project*. [online] Available at: <<http://www.openness-project.eu/library/reference-book/sp-MCDA>> [Accessed 10 September 2020].

Opricovic, S. and Tzeng, G., 2002. *Compromise Solution By MCDM Methods: A Comparative Analysis Of VIKOR And TOPSIS*. [online] Ideas.repec.org. Available at: <<https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v156y2004i2p445-455.html>>.

Stanujkić, D., Đorđević, B. and Đorđević, M., 2013. Comparative analysis of some prominent MCDM methods: A case of ranking Serbian banks. *Serbian Journal of Management*, 8(2), pp.213-241.

Bernal Romero, S., 2018. *MODELO MULTICRITERIO APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES REPRESENTABLES EN DIAGRAMAS DE ISHIKAWA*.

Bibing.us.es. Available at: <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70496/fichero/Capitulo+4+El+m%C3%A9todo+AHP.pdf>> [Accessed 5 April 2020].

2012. *Objektivni Pristup Određivanju Težina Kriterijuma*. Сербия, Белград: Гачеша Небойша Николаевич.

Agustian Punggara, A., 2018. *Comparison Analysis Of Simple Additive Weighting (SAW) And Weighthed Product (WP) In Decision Support Systems*.

Aznar, J. and Guijarro, F., 2011. *Nuevos Métodos De Valoración*.

Aznar, J. and Guijarro, F., 2013. *Nuevos Métodos De Valoración*.

Callejo, D., López, F., Pérez, J. and Vidal, J., 2020. *E-Reding. Biblioteca De La Escuela Superior De Ingenieros De Sevilla*. [online] Bibing.us.es. Available at: <<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5619/fichero/PFC+Jaime+Ruiz+Pallar%C3%A9s.pdf>> [Accessed 8 September 2020].



Chérrez-Troya, M., Martínez-Gómez, J., Peralta-Zurita, D. and Llanes-Cedeño, A., 2018. *Métodos Multicriterio Aplicados En La Selección De Un Material Para Discos De Freno*.

Gökhan Yücel and Görener, A., 2016. Decision Making for Company Acquisition by ELECTRE Method.

Köksalan, M., Wallenius, J. and Zionts, S., 2011. *Multiple Criteria Decision Making*. Hackensack: World Scientific.

Openness-project.eu. 2020. *Multi-Criteria Decision Analysis | Openness Project*. [online] Available at: <<http://www.openness-project.eu/library/reference-book/sp-MCDA>> [Accessed 12 May 2020].

Ruiz, J., 2015. *MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO ELECTRE Y TOPSIS APLICADOS A LA ELECCIÓN DE UN DISPOSITIVO MÓVIL*.

S7d2.scene7.com. 2020. [online] Available at: <<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C10504627>> [Accessed 13 July 2020].

Www3.diism.unisi.it. n.d. [online] Available at: <https://www3.diism.unisi.it/~mocenni/Note_AHP.pdf> [Accessed 4 May 2020].

Victoryepes.blogs.upv.es. 2018. *Clasificación De Los Métodos De Toma De Decisión Multicriterio Multiatributo – El Blog De Víctor Yepes*. [online] Available at: <<https://victoryepes.blogs.upv.es>>

de Brito, M. M. and Evers, M. (2016): Multi-criteria decision-making for flood risk management: a survey of the current state of the art, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, 1019–1033

Onwuegbuzie, A. J., & Collins, K. M. (2007). A Typology of Mixed Methods Sampling Designs in Social Science Research. *The Qualitative Report*, 12(2), 281-316.

J. J.H. Liou, G.-H. Tzeng, (2012) et al. Comments on "multiple criteria decision making (mcdm) methods in economics: an overview". *Technological and Economic Development of Economy*,



Anexo 1

Cuestionario

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:							
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente menos importante	1/9		
												Mucho menos importante	1/7		
												Menos importante	1/5		
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco menos importante	1/3		
												Igual de importante	1		
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco más importante	3		
												Más importante	5		
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho más importante	7		
												Absolutamente más importante	9		
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Produndidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios



Anexo 2

Respuestas a los cuestionarios

Nombre (Opcional):	Israel Rodríguez	Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:	Ing. caminos						
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente menos importante	1/9
													Mucho menos importante	1/7
													Menos importante	1/5
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
													Igual de importante	1
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
													Más importante	5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
													Absolutamente más importante	9
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Produndidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre/ Mujer	Empleo actual:	Becario ICCP						
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios/ Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente menos importante	1/9
													Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Menos importante	1/5
													Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
													Un poco más importante	3
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
													Mucho más importante	7
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):	<u>FORGE</u>	Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	<u>Hombre/ Mujer</u>	Empleo actual:	<u>MOV. TIERRAS</u>						
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria (FP o similar) Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una minicavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina mas adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparación de J1 con J2		Valor numérico										J1 con respecto a J2		Valor Numérico
Criterio J1		Criterio J2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Absolutamente menos importante		1/9
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Mucho menos importante		1/7
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Menos importante		1/5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Un poco menos importante		1/3
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Igual de importante		1
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Un poco más importante		3
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Más importante		5
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Mucho más importante		7
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9	Absolutamente más importante		9
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):	RUBEN GUTIERREZ	Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:	PALISTA						
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una minicavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Menos importante	1/5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:							
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente menos importante	1/9		
												Mucho menos importante	1/7		
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Menos importante	1/5		
												Un poco menos importante	1/3		
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Igual de importante	1		
												Un poco más importante	3		
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Más importante	5		
												Mucho más importante	7		
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente más importante	9		
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:							
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente menos importante	1/9		
												Mucho menos importante	1/7		
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Menos importante	1/5		
												Un poco menos importante	1/3		
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Igual de importante	1		
												Un poco más importante	3		
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Más importante	5		
												Mucho más importante	7		
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente más importante	9		
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Produndidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):	Laura	Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:	Coordinador BIM						
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											j1 con respecto a j2		Valor Numérico
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente menos importante	1/9		
												Mucho menos importante	1/7		
												Menos importante	1/5		
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco menos importante	1/3		
												Igual de importante	1		
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco más importante	3		
												Más importante	5		
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho más importante	7		
												Absolutamente más importante	9		
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Produndidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):	Alejandro	Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:	Planificación						
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la maquina mas adecuada se va a llevar a cabo una seleccion multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la maquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho menos importante	1/7	
												Menos importante	1/5	
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco menos importante	1/3	
												Igual de importante	1	
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco más importante	3	
												Más importante	5	
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho más importante	7	
												Absolutamente más importante	9	
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad: 18-25 26-35 36-45 46-55 56-65 66-75 75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual: Responsable de obra
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar/ Estudios Universitarios / Doctorado	

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son más importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparación de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											Absolutamente menos importante	1/9
													Mucho menos importante	1/7
													Menos importante	1/5
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Produndidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

**** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios**

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre / Mujer	Empleo actual:							
Estudios:	Estudios Primarios / Educación Secundaria / FP o similar / Estudios Universitarios / Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una minicavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina mas adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son mas importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparandolos por parejas.

Comparación de j1 con j2			Valor numérico									j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Anchora	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Menos importante	1/5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Igual de importante	1
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco más importante	3
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Más importante	5
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho más importante	7
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente más importante	9
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Capacidad Cazo	vs.	Anchora	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Profundidad Excavación	vs.	Anchora	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Anchora	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Anchora	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Anchora	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Anchora	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Anchora	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Mujer	Empleo actual:	ICCP. Profesora/Investigadora UC						
Estudios:	Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son más importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparación de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Menos importante	1/5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre	Empleo actual:	Ingeniero (proyectos)						
Estudios:	Estudios Universitarios								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son más importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparación de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Menos importante	1/5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad:	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre	Empleo actual:	Profesor e Investigador						
Estudios:	Doctorado								

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son más importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparacion de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Menos importante	1/5
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios

Nombre (Opcional):		Edad: 18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	75 - +
Sexo:	Hombre	Empleo actual:	Profesor					
Estudios:	Estudios Universitarios							

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una minicavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son más importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparación de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2											Absolutamente menos importante	1/9
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho menos importante	1/7
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Menos importante	1/5
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco menos importante	1/3
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Igual de importante	1
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Un poco más importante	3
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Más importante	5
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Mucho más importante	7
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9		Absolutamente más importante	9
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

**** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios**

Nombre (Opcional):		Edad: 18-25 26-35 36-45 46-55 56-65 66-75 75 - +
Sexo:	Mujer	Empleo actual: Responsable producción
Estudios:	Estudios Universitarios	

Situación: Una nueva empresa constructora que acaba de establecerse, quiere comprar una miniexcavadora enfocada a trabajos de urbanización, pequeño movimiento de tierras, canalizaciones y trabajos en espacio reducidos. Al ser una nueva empresa debemos tener en cuenta que el presupuesto es un factor muy importante en este caso. Además, los trabajos tienen que ser muy cuidadosos y no pueden cometerse errores, tales como tocar en los muros en caso de tener que trabajar en un camino o en los muros de una casa donde se esté urbanizando un jardín. Para seleccionar la máquina más adecuada se va a llevar a cabo una selección multicriterio, para ello se debe decidir que criterios son más importantes a la hora de elegir la máquina adecuada, comparándolos por parejas.

Comparación de j1 con j2			Valor numérico										j1 con respecto a j2	Valor Numérico
Criterio j1		Criterio j2												
Peso	vs.	Capacidad Cazo	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente menos importante	1/9	
Peso	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho menos importante	1/7	
Peso	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Menos importante	1/5	
Peso	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco menos importante	1/3	
Peso	vs.	Ruido	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Igual de importante	1	
Peso	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Un poco más importante	3	
Peso	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Más importante	5	
Peso	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Mucho más importante	7	
Capacidad Cazo	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	Absolutamente más importante	9	
Capacidad Cazo	vs.	Profundidad Excavación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Capacidad Cazo	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Anchura	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Profundidad Excavación	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Altura Cabina	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Anchura	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Ruido LWA	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Altura Cabina	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Consumo Combustible	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Ruido LWA	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Consumo Combustible	vs.	Precio	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			
Precio	vs.	Potencia	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9			

**** Para responder a la encuesta, seleccione un valor numérico por cada par de criterios**



Anexo 3

Especificaciones de las máquinas

303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR

Mini Hydraulic Excavators



	303.5E2 CR	304E2 CR	305E2 CR	305.5E2 CR
Engine				
Engine Model	Cat® C1.7	Cat C2.4	Cat C2.4	Cat C2.4
Net Power (ISO 9249)	17.5 kW (23.5 hp)	30 kW (40.2 hp)	30 kW (40.2 hp)	32.9 kW (44.2 hp)
Weights				
Operating Weight with Canopy	3539 kg (7,803 lb)	3884 kg (8,564 lb)	5020 kg (11,069 lb)	5259 kg (11,596 lb)
Operating Weight with Cab	3723 kg (8,209 lb)	4039 kg (8,906 lb)	5185 kg (11,433 lb)	5423 kg (11,958 lb)
Operating Specifications				
Maximum Dig Depth	3180 mm (125 in)	3430 mm (135 in)	3670 mm (144 in)	3870 mm (152 in)

303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR Specifications

Engine

Engine Model		
303.5E2 CR	Cat C1.7*	
304E2 CR/305E2 CR/305.5E2 CR	Cat C2.4**	
Rated Net Power (ISO 9249)		
303.5E2 CR	17.5 kW	23.5 hp
304E2 CR/305E2 CR	30 kW	40.2 hp
305.5E2 CR	32.9 kW	44.1 hp
Gross Power		
303.5E2 CR	18.5 kW	24.8 hp
304E2 CR/305E2 CR	31.2 kW	41.8 hp
305.5E2 CR	34.1 kW	45.7 hp
Bore	87 mm	3.4 in
Stroke		
303.5E2 CR	92.4 mm	3.6 in
304E2 CR/305E2 CR/305.5E2 CR	102.4 mm	4 in
Displacement		
303.5E2 CR	1.7 L	104 in ³
304E2 CR/305E2 CR/305.5E2 CR	2.4 L	146 in ³

* Cat C1.7 engine meets U.S. EPA Tier 4 Final/EU Stage IIIB emission standards.

** Cat C2.4 engine meets U.S. EPA Tier 4 Interim/EU Stage IIIA emission standards.

Weights*

Operating Weight with Canopy		
303.5E2 CR	3539 kg	7,803 lb
304E2 CR	3884 kg	8,564 lb
305E2 CR	5020 kg	11,069 lb
305E2 CR	5259 kg	11,596 lb
Operating Weight with Cab		
303.5E2 CR	3723 kg	8,209 lb
304E2 CR	4039 kg	8,906 lb
305E2 CR	5185 kg	11,433 lb
305E2 CR	5423 kg	11,958 lb

* Weight includes rubber tracks, bucket, operator, full fuel and auxiliary lines.

Travel System

Travel Speed – High		
303.5E2 CR	4.6 km/h	2.9 mph
304E2 CR	5.2 km/h	3.2 mph
305E2 CR	4.4 km/h	2.7 mph
305.5E2 CR	4.5 km/h	2.8 mph
Travel Speed – Low		
303.5E2 CR	3.2 km/h	2.0 mph
304E2 CR	3.3 km/h	2.1 mph
305E2 CR/305.5E2 CR	2.8 km/h	1.7 mph
Maximum Traction Force – High Speed		
303.5E2 CR	17.0 kN	3,822 lbf
304E2 CR	16.9 kN	3,799 lbf
305E2 CR	24.1 kN	5,418 lbf
305.5E2 CR	26.8 kN	6,025 lbf
Maximum Traction Force – Low Speed		
303.5E2 CR	31.1 kN	6,992 lbf
304E2 CR	31.0 kN	6,969 lbf
305E2 CR	45.2 kN	10,161 lbf
305.5E2 CR	47.8 kN	10,745 lbf
Ground Pressure		
303.5E2 CR	31.7 kPa	4.6 psi
304E2 CR	29.5 kPa	4.3 psi
305E2 CR	30.8 kPa	4.5 psi
305.5E2 CR	32.2 kPa	4.7 psi

Service Refill Capacities

Cooling System		
303.5E2 CR/304E2 CR	5.5 L	1.5 gal
305E2 CR/305.5E2 CR	10.5 L	2.8 gal
Engine Oil		
303.5E2 CR/304E2 CR	7.0 L	1.8 gal
305E2 CR/305.5E2 CR	9.5 L	2.5 gal
Fuel Tank		
303.5E2 CR/304E2 CR	46 L	12.2 gal
305E2 CR/305.5E2 CR	63 L	16.6 gal
Hydraulic Tank		
303.5E2 CR/304E2 CR	42.3 L	11.2 gal
305E2 CR/305.5E2 CR	68.3 L	18 gal
Hydraulic System		
303.5E2 CR/304E2 CR	65 L	17.2 gal
305E2 CR/305.5E2 CR	78 L	20.6 gal

303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR Specifications

Hydraulic System*

Pump Flow		
303.5E2 CR/304E2 CR	100 L/min	26.4 gal/min
305E2 CR	150 L/min	39.6 gal/min
305.5E2 CR	163 L/min	43.1 gal/min
Operating Pressure – Equipment	245 bar	3,553 psi
Operating Pressure – Travel	245 bar	3,553 psi
Operating Pressure – Swing	216 bar	3,132 psi
Auxiliary Circuit – Primary		
303.5E2 CR/304E2 CR	70 L/min	18.5 gal/min
305E2 CR/305.5E2 CR	80 L/min	21.1 gal/min
Auxiliary Circuit – Secondary	25 L/min	6.6 gal/min
Digging Force = Stick (standard)		
303.5E2 CR	18.9 kN	4,249 lbf
304E2 CR	21.6 kN	4,856 lbf
305E2 CR	24.7 kN	5,553 lbf
305.5E2 CR	28.9 kN	6,497 lbf
Digging Force = Stick (long)		
303.5E2 CR	16.9 kN	3,799 lbf
304E2 CR	19.5 kN	4,384 lbf
305E2 CR	21.3 kN	4,788 lbf
305.5E2 CR	24.8 kN	5,575 lbf
Digging Force = Bucket		
303.5E2 CR	33.0 kN	7,419 lbf
304E2 CR	37.8 kN	8,498 lbf
305E2 CR	44.7 kN	10,049 lbf
305.5E2 CR	50.9 kN	11,443 lbf

* Load sensing hydraulics with variable displacement piston pump.

Swing System

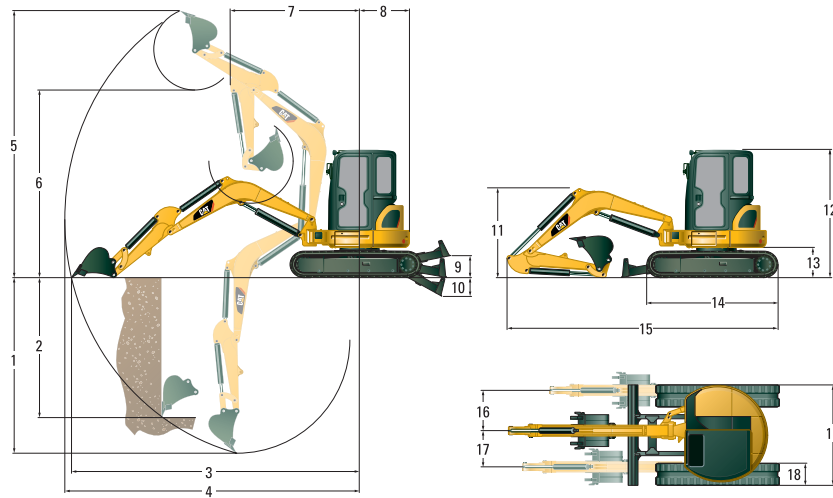
Machine Swing Speed	10 rpm
Boom Swing – Left (without stop)	
303.5E2 CR/305E2 CR/305.5E2 CR	80°
304E2 CR	70°
Boom Swing – Left (with stop)	
303.5E2 CR/304E2 CR	55°
305E2 CR/305.5E2 CR	60°
Swing – Right	50°

Blade

Width		
303.5E2 CR	1780 mm	70 in
304E2 CR	1950 mm	77 in
305E2 CR/305.5E2 CR	1980 mm	78 in
Height		
303.5E2 CR/304E2 CR	325 mm	13 in
305E2 CR/305.5E2 CR	375 mm	14.8 in
Dig Depth		
303.5E2 CR/304E2 CR	470 mm	19 in
305E2 CR/305.5E2 CR	555 mm	21.9 in
Lift Height		
303.5E2 CR/304E2 CR	400 mm	16 in
305E2 CR/305.5E2 CR	405 mm	15.9 in

303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR Specifications

303.5E2 CR Dimensions



	Standard Stick		Long Stick	
1 Dig Depth	2880 mm	113 in	3180 mm	125 in
2 Vertical Wall	2320 mm	91 in	2470 mm	97 in
3 Maximum Reach at Ground Level	5060 mm	199 in	5320 mm	209 in
4 Maximum Reach	5200 mm	205 in	5440 mm	214 in
5 Maximum Dig Height	4920 mm	194 in	5030 mm	198 in
6 Maximum Dump Clearance	3520 mm	139 in	3640 mm	143 in
7 Boom In Reach	2060 mm	81 in	2180 mm	86 in
8 Tail Swing	890 mm	35 in	890 mm	35 in
9 Maximum Blade Height	400 mm	16 in	400 mm	16 in
10 Maximum Blade Depth	470 mm	19 in	470 mm	19 in
11 Boom Height in Shipping Position	1420 mm	56 in	1650 mm	65 in
12 O/A Shipping Height	2500 mm	98 in	2500 mm	98 in
13 Swing Bearing Height	565 mm	22 in	565 mm	22 in
14 O/A Undercarriage Length	2220 mm	87 in	2220 mm	87 in
15 O/A Shipping Length	4730 mm	186 in	4790 mm	189 in
16 Boom Swing Right	765 mm	30 in	765 mm	30 in
17 Boom Swing Left	670 mm	26 in	670 mm	26 in
18 Track Belt/Shoe Width	300 mm	12 in	300 mm	12 in
19 O/A Track Width	1780 mm	70 in	1780 mm	70 in

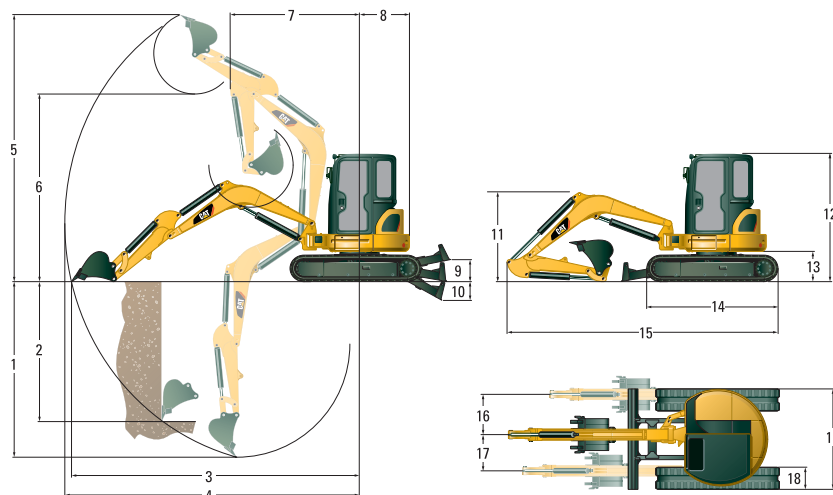
303.5E2 CR Lift Capacities at Ground Level*

Lift Point Radius		3000 mm (9'8")		4000 mm (13'1")	
		Front	Side	Front	Side
Blade Down	kg	1340	720	850	460
	lb	2,955	1,588	1,874	1,014
Blade Up	kg	750	660	470	420
	lb	1,654	1,455	1,036	926

* The above loads are in compliance with hydraulic excavator lift capacity rating standard ISO 10567:2007 and they do not exceed 87% of hydraulic lifting capacity or 75% of tipping capacity. The excavator bucket weight is not included on this chart. Lifting capacities are for long stick.

303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR Specifications

304E2 CR Dimensions



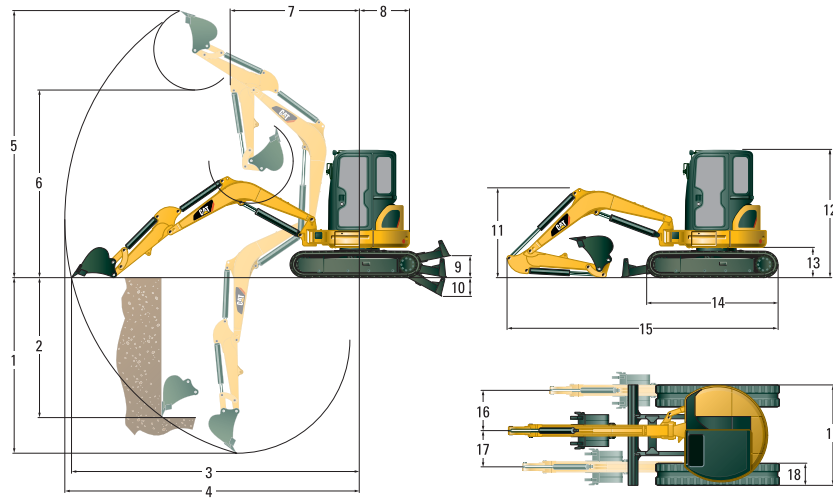
	Standard Stick		Long Stick	
1 Dig Depth	3130 mm	123 in	3430 mm	135 in
2 Vertical Wall	2420 mm	95 in	2560 mm	101 in
3 Maximum Reach at Ground Level	5220 mm	206 in	5470 mm	215 in
4 Maximum Reach	5350 mm	211 in	5590 mm	220 in
5 Maximum Dig Height	4980 mm	196 in	5070 mm	200 in
6 Maximum Dump Clearance	3590 mm	141 in	3690 mm	145 in
7 Boom In Reach	2110 mm	83 in	2220 mm	87 in
8 Tail Swing	975 mm	38 in	975 mm	38 in
9 Maximum Blade Height	400 mm	16 in	400 mm	16 in
10 Maximum Blade Depth	470 mm	19 in	470 mm	19 in
11 Boom Height in Shipping Position	1480 mm	58 in	1770 mm	70 in
12 O/A Shipping Height	2500 mm	98 in	2500 mm	98 in
13 Swing Bearing Height	565 mm	22 in	565 mm	22 in
14 O/A Undercarriage Length	2220 mm	87 in	2220 mm	87 in
15 O/A Shipping Length	4820 mm	190 in	4930 mm	194 in
16 Boom Swing Right	735 mm	29 in	735 mm	29 in
17 Boom Swing Left	670 mm	26 in	670 mm	26 in
18 Track Belt/Shoe Width	350 mm	14 in	350 mm	14 in
19 O/A Track Width	1950 mm	77 in	1950 mm	77 in

304E2 CR Lift Capacities at Ground Level*

Lift Point Radius		3000 mm (9'8")		4500 mm (14'9")	
		Front	Side	Front	Side
Blade Down	kg	1570	910	860	480
	lb	3,462	2,007	1,896	1,058
Blade Up	kg	820	820	430	430
	lb	1,808	1,808	948	948

* The above loads are in compliance with hydraulic excavator lift capacity rating standard ISO 10567:2007 and they do not exceed 87% of hydraulic lifting capacity or 75% of tipping capacity. The excavator bucket weight is not included on this chart. Lifting capacities are for long stick.

305E2 CR Dimensions



	Standard Stick		Long Stick	
1 Dig Depth	3280 mm	129 in	3670 mm	144 in
2 Vertical Wall	2320 mm	91 in	2630 mm	104 in
3 Maximum Reach at Ground Level	5430 mm	210 in	5810 mm	229 in
4 Maximum Reach	5600 mm	220 in	5960 mm	235 in
5 Maximum Dig Height	5250 mm	207 in	5440 mm	214 in
6 Maximum Dump Clearance	3720 mm	129 in	3920 mm	154 in
7 Boom In Reach	2350 mm	93 in	2530 mm	100 in
8 Tail Swing	1100 mm	43 in	1100 mm	43 in
9 Maximum Blade Height	405 mm	16 in	405 mm	16 in
10 Maximum Blade Depth	555 mm	22 in	555 mm	22 in
11 Boom Height in Shipping Position	1750 mm	69 in	2150 mm	85 in
12 O/A Shipping Height	2550 mm	100 in	2550 mm	100 in
13 Swing Bearing Height	615 mm	24 in	615 mm	24 in
14 O/A Undercarriage Length	2580 mm	102 in	2580 mm	102 in
15 O/A Shipping Length	5180 mm	204 in	5290 mm	208 in
16 Boom Swing Right	785 mm	31 in	785 mm	31 in
17 Boom Swing Left	695 mm	27 in	695 mm	27 in
18 Track Belt/Shoe Width	400 mm	16 in	400 mm	16 in
19 O/A Track Width	1980 mm	78 in	1980 mm	78 in

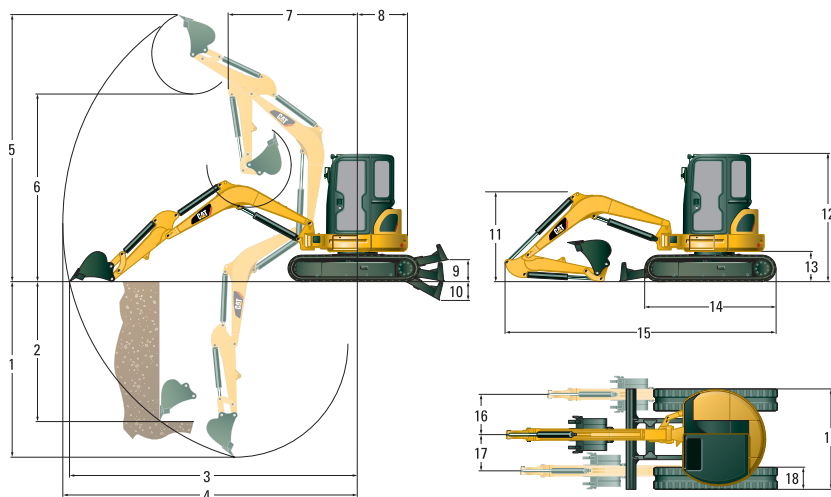
305E2 CR Lift Capacities at Ground Level*

Lift Point Radius		3000 mm (9'8")		4500 mm (14'9")	
		Front	Side	Front	Side
Blade Down	kg	2340	1200	1260	640
	lb	5,159	2,646	2,778	1,411
Blade Up	kg	1450	1070	760	570
	lb	3,197	2,359	1,676	1,257

* The above loads are in compliance with hydraulic excavator lift capacity rating standard ISO 10567:2007 and they do not exceed 87% of hydraulic lifting capacity or 75% of tipping capacity. The excavator bucket weight is not included on this chart. Lifting capacities are for standard stick.

303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR Specifications

305.5E2 CR Dimensions



	Standard Stick		Long Stick	
1 Dig Depth	3470 mm	137 in	3870 mm	152 in
2 Vertical Wall	2330 mm	92 in	2730 mm	107 in
3 Maximum Reach at Ground Level	5630 mm	222 in	6020 mm	237 in
4 Maximum Reach	5790 mm	228 in	6170 mm	243 in
5 Maximum Dig Height	5330 mm	210 in	5590 mm	220 in
6 Maximum Dump Clearance	3820 mm	150 in	4080 mm	161 in
7 Boom In Reach	2400 mm	94 in	2530 mm	100 in
8 Tail Swing	1130 mm	44 in	1130 mm	44 in
9 Maximum Blade Height	405 mm	16 in	405 mm	16 in
10 Maximum Blade Depth	555 mm	22 in	555 mm	22 in
11 Boom Height in Shipping Position	1740 mm	69 in	2150 mm	85 in
12 O/A Shipping Height	2550 mm	100 in	2550 mm	100 in
13 Swing Bearing Height	615 mm	24 in	615 mm	24 in
14 O/A Undercarriage Length	2580 mm	102 in	2580 mm	102 in
15 O/A Shipping Length	5330 mm	210 in	5460 mm	215 in
16 Boom Swing Right	785 mm	31 in	785 mm	31 in
17 Boom Swing Left	695 mm	27 in	695 mm	27 in
18 Track Belt/Shoe Width	400 mm	16 in	400 mm	16 in
19 O/A Track Width	1980 mm	78 in	1980 mm	78 in

305.5E2 CR Lift Capacities at Ground Level*

Lift Point Radius		3000 mm (9'8")		4500 mm (14'9")	
		Front	Side	Front	Side
Blade Down	kg	2590	1290	1380	690
	lb	5,710	2,844	3,042	1,521
Blade Up	kg	1550	1150	820	620
	lb	3,417	2,535	1,808	1,367

* The above loads are in compliance with hydraulic excavator lift capacity rating standard ISO 10567:2007 and they do not exceed 87% of hydraulic lifting capacity or 75% of tipping capacity. The excavator bucket weight is not included on this chart. Lifting capacities are for standard stick.



Cat® 307E2

MINI HYDRAULIC EXCAVATOR

FEATURES:

The Cat® 307E2 Mini Hydraulic Excavator delivers high performance, durability and versatility in a standard tail swing design to help you work in a variety of applications. The 307E2 features the following:

QUALITY

- The standard tail swing design incorporates a counterweight that extends further back on the machine for greater stability. The standard tail swing paired with a fixed boom on the 307E2 provides superior reach and lift.
- The operator environment includes a high quality suspension seat, easy to adjust armrests and 100% pilot controls which offer consistent and long-lasting controllability.

EFFICIENCY

- High Definition Hydraulic System provides a load sensing and flow sharing capability leading to operational precision, efficient performance and greater controllability.
- Power on Demand provides optimal efficiency and performance the moment you need it. This automatic system ensures fuel efficiency through appropriate engine rating to meet all operational needs as required.

VERSATILITY

- Broad range of Cat Work Tools make the Cat Mini Excavator a versatile machine, able to meet the requirements of any job site.
- 180 degrees of bucket rotation provides greater material retention during truck loading and easier flat wall digging without having to reposition the machine.

PERFORMANCE

- Front shovel bucket orientation provides the operator with more ways to get the job done faster.
- COMPASS Control Panel is a standard feature that allows the operator to easily adjust auxiliary flows to achieve the optimal work tool performance, activate auto idle for improved fuel efficiency and utilize the security system to ensure protection of valuable assets with the simple touch of a button.
- The Site Reference System included in the COMPASS monitor provides output from pitch and roll sensors to aid in grading and level trenching. This impacts accuracy and productivity for job site finishing.
- Rearview camera improves operator productivity and efficiency through increased visibility, making work easier to complete.

SERVICEABILITY

- Convenient service and maintenance requirements include ease of access to daily check points, 500 hour engine oil and filter change period, 500 hour grease interval on front implement, S-O-SSM oil sampling valve and overall long term durability.

SAFETY

- All Cat Mini Excavators from 3.5 metric tons to 8 metric tons are ROPS, TOPS and Top Guard Level II certified and include the Cat Interlock (hydraulic lockout) System, a certified accumulator which allows for auxiliary pressure to be released, making connecting and disconnecting work tools safer and easier, and a travel alarm. All of these safety features are standard on the E2 model lineup (travel alarm optional in Europe).

Specifications

Engine

Engine Model	Cat C2.4 Turbo*	
Rated Net Power @ 2,200 rpm ISO 9249/EEC 80/1269	37.7 kW	50.6 hp
Gross Power ISO 14396	39.6 kW	53.1 hp
Bore	87 mm	3.4 in
Stroke	102.4 mm	4.0 in
Displacement	2.4 L	146.5 in ³

*Meets U.S. EPA Tier 4 Final and EU Stage IIIB emission standards.

Weights

Operating Weight with Cab	7270 kg	16,028 lb
---------------------------	---------	-----------

- Weight with steel tracks with rubber pads, bucket, operator (75 kg/165 lb), full fuel and auxiliary lines.
- Weight varies depending on machine configuration.



307E2 Mini Hydraulic Excavator

Swing System

Machine Swing Speed	10.2 rpm
---------------------	----------

- Automatic swing break, spring applied, hydraulic release.

Travel System

Travel Speed		
High	5.1 km/h	3.17 mph
Low	3.2 km/h	1.99 mph
Maximum Traction Force		
High Speed	33.8 kN	7,599 lbf
Low Speed	59.3 kN	13,331 lbf
Gradeability (maximum)	20°	
Ground Pressure	33.9 kPa	4.92 psi

- Each track is driven by one independent 2-speed motor.
- Drive modules are integrated into the roller frame for total protection.
- Straight line travel when tracking and operating the front linkage simultaneously.

Service Refill Capacities

Fuel Tank	135 L	35.7 gal
Cooling System	14 L	3.7 gal
Engine Oil	11.0 L	2.9 gal
Hydraulic Tank	51 L	13.5 gal
Hydraulic System	78 L	20.6 gal

Hydraulic System

Pump Flow at 2,400 rpm	154 L/min	40.9 gal/min
Operating Pressure – Equipment	28 000 kPa	4,061 psi
Operating Pressure – Travel	28 000 kPa	4,061 psi
Operating Pressure – Swing	28 000 kPa	4,061 psi
Auxiliary Circuit – Primary (280 bar/4,061 psi)	128 L/min	33.8 gal/min
Auxiliary Circuit – Secondary (280 bar/4,061 psi)	33 L/min	8.7 gal/min
Digging Force – Stick (standard)	37.1 kN	8,340 lbf
Digging Force – Bucket	50.6 kN	11,375 lbf

- Load sensing hydraulics with variable displacement piston pump.

Blade

Width	2300 mm	90.6 in
Height	445 mm	17.5 in
Dig Depth	390 mm	15.3 in
Lift Height	350 mm	13.8 in

Cab

Average Exterior Sound Pressure	98 dB(A) ISO 6395 – Dynamic Test
---------------------------------	-------------------------------------

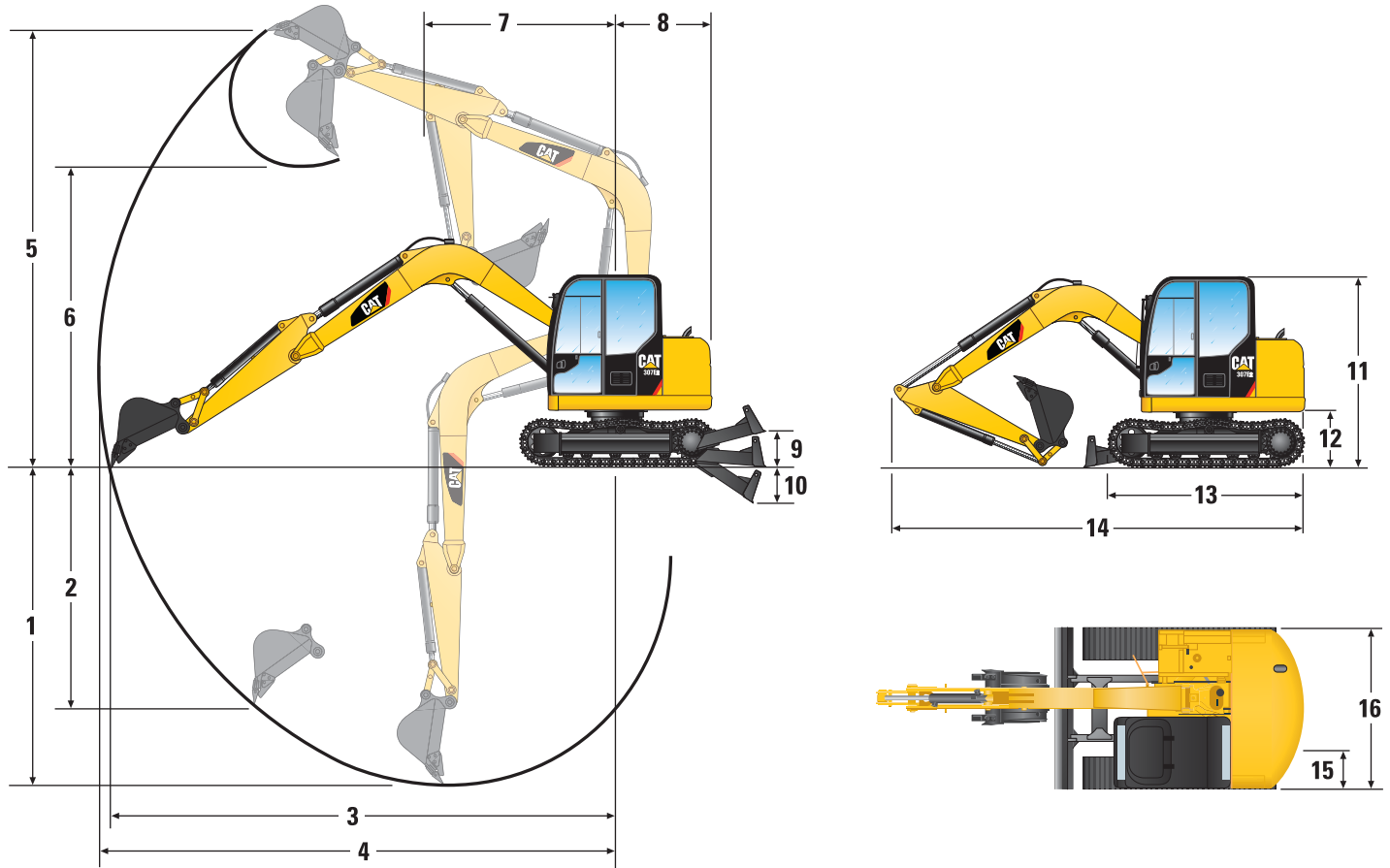
Operating Specifications

Stick Length – Standard	1670 mm	5 ft 6 in
Machine Overhang	358 mm	1 ft 2 in

Undercarriage

Number of Carrier Rollers	1 per side
Number of Track Rollers	5 per side
Track Roller Type	Center flange

307E2 Mini Hydraulic Excavator



Dimensions

	Standard Stick	
1 Dig Depth	4070 mm	13'4"
2 Vertical Wall	3630 mm	11'11"
3 Maximum Reach at Ground Level	6160 mm	20'3"
4 Maximum Reach	6300 mm	20'8"
5 Maximum Dig Height	7240 mm	23'9"
6 Maximum Dump Clearance	5190 mm	17'3"
7 Boom In Reach	1690 mm	5'7"
8 Tail Swing (standard counterweight)	1750 mm	5'9"
9 Maximum Blade Height	390 mm	1'3"

	Standard Stick	
10 Maximum Blade Depth	350 mm	1'2"
11 Boom Height in Shipping Position	2630 mm	8'8"
O/A Shipping Height	2630 mm	8'8"
12 Swing Bearing Height	775 mm	2'7"
13 O/A Undercarriage Length	2760 mm	8'9"
14 O/A Shipping Length	6080 mm	19'11"
15 Track Belt/Shoe Width	450 mm	1'6"
16 O/A Track Width	2200 mm	7'3"

Lift Capacities at Ground Level (Standard Stick)*

Lift Point Radius		3000 mm (9'8")		4000 mm (13'1")		5000 mm (16'5")		5390 mm (17'8")	
		Front	Side	Front	Side	Front	Side	Front	Side
Blade Down	kg	3560	2410	2600	1520	2070	1120	1010	990
	lb	7,849	5,313	5,732	3,351	4,564	2,469	2,227	2,183
Blade Up	kg	2470	2120	1540	1350	1120	990	990	880
	lb	5,445	4,674	3,395	2,976	2,469	2,183	2,183	1,940

* The above loads are consistent with hydraulic excavator lift capacity rating standard ISO 10567:2007 and they do not exceed 87% of hydraulic lifting capacity or 75% of tipping capacity. The excavator bucket weight is not included on this chart. Lifting capacities are for standard stick.

307E2 Mini Hydraulic Excavator

STANDARD EQUIPMENT

ENGINE

- Cat C2.4 diesel engine (meets U.S. EPA Tier 4 Final/EU Stage IIIB emission standards)
- Automatic engine idle
- Automatic engine shut-off
- Automatic two speed travel
- Diesel Particulate Filter (North America only)
- Diesel Oxidation Catalyst (North America only)
- Fuel and water separator
- Power on demand

HYDRAULIC SYSTEM

- 1-way and 2-way (combined function)
- Accumulator
- Automatic swing parking brake
- Auxiliary hydraulic lines
- Adjustable auxiliary relief
- Auxiliary line quick disconnects
- Cat interlock system: hydraulic lockout
- Continuous auxiliary flow
- Ecology drain
- Hydraulic oil cooler
- High definition hydraulics
- Load sensing/flow sharing

OPERATOR ENVIRONMENT

- 100% pilot control ergonomic joysticks
- Adjustable armrests
- Air conditioning/heat

- COMPASS: complete, operation, maintenance, performance and security system
 - Multiple languages
- Cup holder
- High back suspension seat, heated
- Hydraulic neutral lockout bar
- Interior light
- Literature holder
- Pattern changer (optional in Europe)
- Radio (optional in Europe)
- Site reference system: leveling
- Tool storage area
- Travel control pedals with hand levers
- Washable floor mat
- Windshield wiper

UNDERCARRIAGE

- Dozer blade with float function
- Track, rubber belt, 450 mm (18 in) width
- Tie down eyes on track frame
- Towing eye on base frame

FRONT LINKAGE

- 180 degree bucket rotation
- Certified lifting eye on bucket linkage (optional in Europe)
- Front shovel capable
- Thumb ready stick

ELECTRICAL

- 12 volt electrical system
- 60 ampere alternator
- 650 CCA maintenance free battery
- Fuse box
- Ignition key start/stop switch
- Slow blow fuse
- Warning horn

LIGHTS AND MIRRORS

- Cab and boom light with time delay capability
- Mirror, rear view, cab left

SAFETY AND SECURITY

- Anti-theft system (COMPASS)
- Caterpillar Corporate "One Key" System
- Door locks
- Lockable fuel cap
- Rearview camera
- Retractable seat belt
- Roll Over Protective Structure (ROPS) (ISO 12117-2)
- Tip Over Protective Structure (TOPS) (ISO 12117)
- Top guard – ISO 10262 (Level II)
- Travel alarm (optional in Europe)

OPTIONAL EQUIPMENT

ENGINE

- Engine block heater

HYDRAULIC SYSTEM

- Quick coupler lines
- Boom lowering check valve
- Stick lowering check valve
- Secondary auxiliary hydraulic lines

UNDERCARRIAGE

- Blade, weld on
- Track, triple grouser (steel), 450 mm (18 in)
- Track, triple grouser (steel) with rubber pad, 450 mm (18 in)
- Track, triple grouser (steel), 600 mm (24 in)

FRONT LINKAGE

- Quick coupler: manual or hydraulic
- Thumb
- Buckets
- Full range of performance matched work tools
 - Auger, hammer, shear, ripper

LIGHTS AND MIRRORS

- Mirror, cab rear

SAFETY AND SECURITY

- Battery disconnect
- Front wire mesh guard
- Front steel plate guard
- Rain guard

TECHNOLOGY

- Product Link™

OTHER ATTACHMENTS

- Counterweight, extra, 1121 kg (2,493 lb)

For more complete information on Cat products, dealer services, and industry solutions, visit us on the web at www.cat.com

© 2016 Caterpillar
All rights reserved

Materials and specifications are subject to change without notice. Featured machines in photos may include additional equipment. See your Cat dealer for available options.

CAT, CATERPILLAR, SAFETY.CAT.COM, their respective logos, "Caterpillar Yellow" and the "Power Edge" trade dress, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

AEHQ7466-01 (05-2016)
Replaces AEHQ7466



308E2 CR SB

Mini Hydraulic Excavator with Swing Boom



Engine

Engine Model*	Cat® C3.3B	
Net Power (ISO 9249)	48.5 kW	65 hp

*Engine meets U.S. EPA Tier 4 Final/EU Stage IIIB emission standards.

Weights

Operating Weight with Cab	8400 kg	18,519 lb
---------------------------	---------	-----------

Operating Specifications

Maximum Dig Depth	4150 mm	13'7"
-------------------	---------	-------

308E2 CR SB Mini Hydraulic Excavator Specifications

Engine

Engine Model	Cat C3.3B*	
Rated Net Power @ 2,400 rpm		
ISO 9249/EEC 80/1269	48.5 kW	65 hp
Gross Power		
ISO 14396	49.7 kW	66.6 hp
Bore	94 mm	3.7 in
Stroke	120 mm	4.7 in
Displacement	3.33 L	203.2 in ³

* Meets U.S. EPA Tier 4 Final and EU Stage IIIB emission standards.

Weights

Operating Weight with Cab 8400 kg 18,519 lb

- Weight with rubber tracks, bucket, operator (75 kg/165 lb), full fuel and auxiliary lines.
- Weight varies depending on machine configuration.

Swing System

Machine Swing Speed	11 rpm	
Boom Swing – Left	60°	
Boom Swing – Right	50°	

- Automatic swing break, spring applied, hydraulic release.

Travel System

Travel Speed		
High	5.1 km/h	3.17 mph
Low	2.8 km/h	1.74 mph
Maximum Traction Force		
High Speed	64.5 kN	14,500 lb
Low Speed	37.4 kN	8,408 lb
Gradeability (maximum)	30°	
Ground Pressure	36.3 kPa	5.26 psi

- Each track is driven by one independent 2-speed motor.
- Drive modules are integrated into the roller frame for total protection.
- Straight line travel when tracking and operating the front linkage simultaneously.

Service Refill Capacities

Fuel Tank	125 L	33 gal
Cooling System	14 L	3.7 gal
Engine Oil	11.2 L	3.0 gal
Hydraulic Tank	82 L	21.7 gal
Hydraulic System	94 L	24.8 gal

Hydraulic System

Pump Flow at 2,000 rpm	150 L/min	39.6 gal/min
Operating Pressure – Equipment	28 000 kPa	4,061 psi
Operating Pressure – Travel	28 000 kPa	4,061 psi
Operating Pressure – Swing	24 000 kPa	3,481 psi
Auxiliary Circuit – Primary (186 bar/2,734 psi)	128 L/min	33.8 gal/min
Auxiliary Circuit – Secondary (174 bar/2,524 psi)	64 L/min	16.9 gal/min
Digging Force – Stick (standard)	40.1 kN	9,015 lb
Digging Force – Stick (long)	35.1 kN	7,891 lb
Digging Force – Bucket	60.2 kN	13,534 lb

- Load sensing hydraulics with variable displacement piston pump.

Blade

Width	2320 mm	91.3 in
Height	450 mm	17.7 in
Dig Depth	360 mm	14.2 in
Lift Height	380 mm	15.0 in

Cab

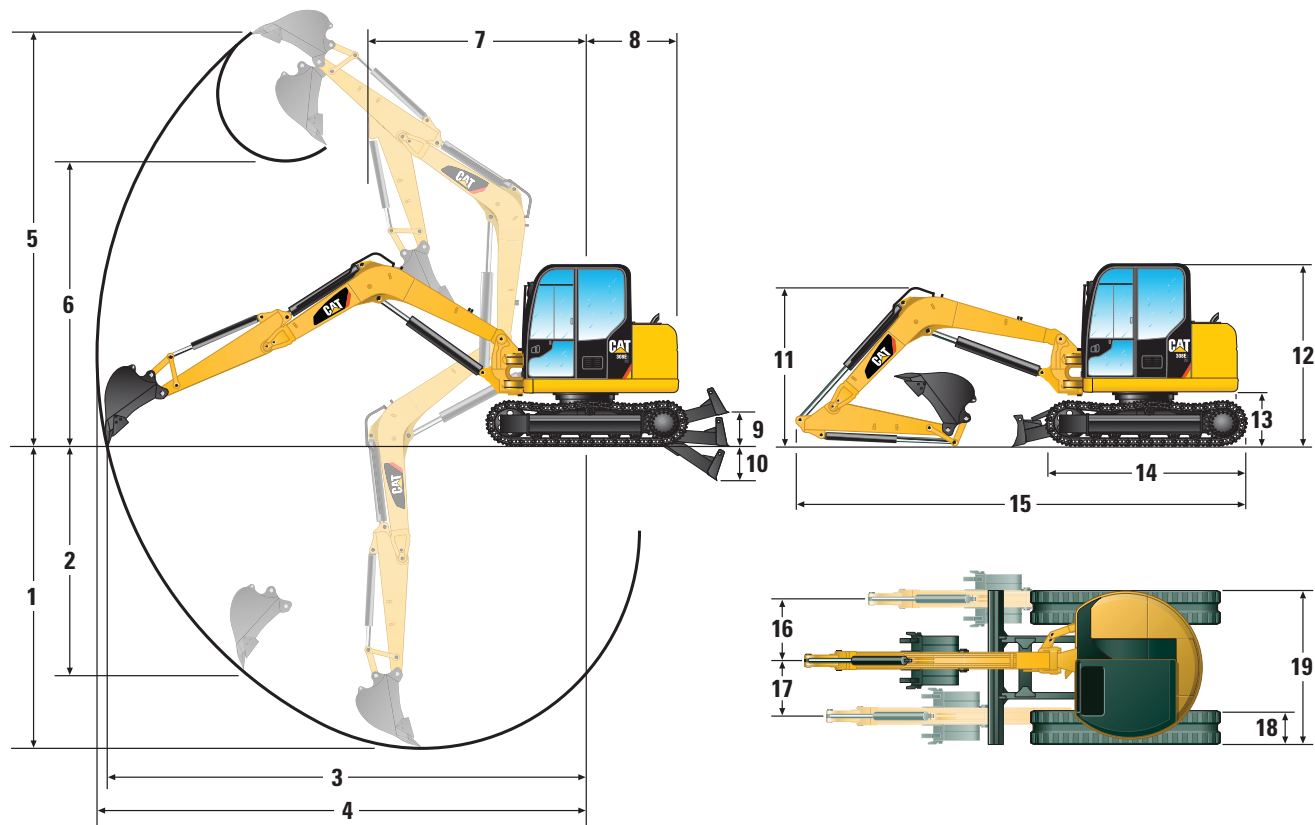
Dynamic Operator Sound Pressure	70 dB(A) ISO 6396	
Average Exterior Sound Pressure	99 dB(A) ISO 6395 – Dynamic Test	

Operating Specifications

Stick Length – Standard	1670 mm	5 ft 6 in
Stick Length – Long	2210 mm	7 ft 3 in
Machine Overhang	279.4 mm	11 in
Machine Overhang with Counterweight	406 mm	16 in
Counterweight	251 kg	551 lb

308E2 CR SB Mini Hydraulic Excavator Specifications

Dimensions



	Standard Stick		Long Stick	
1	4150 mm	13'7"	4690 mm	15'5"
2	2980 mm	9'9"	3550 mm	11'8"
3	6820 mm	22'9"	7350 mm	24'1"
4	7020 mm	23'0"	7540 mm	24'9"
5	6640 mm	21'9"	6990 mm	22'11"
6	4670 mm	15'4"	5010 mm	16'5"
7	2800 mm	9'2"	3280 mm	10'9"
8	1450 mm	4'9"	1450 mm	4'9"
9	420 mm	1'5"	420 mm	1'5"
10	320 mm	1'1"	320 mm	1'1"

	Standard Stick		Long Stick	
11	2280 mm	7'6"	2230 mm	7'4"
12	2550 mm	8'4"	2550 mm	8'4"
13	735 mm	2'5"	735 mm	2'5"
14	2903 mm	9'6"	2903 mm	9'6"
15	6380 mm	20'11"	6340 mm	20'10"
16	1010 mm	3'4"	1010 mm	3'4"
17	635 mm	2'1"	635 mm	2'1"
18	450 mm	1'6"	450 mm	1'6"
19	2320 mm	7'7"	2320 mm	7'7"

Lift Capacities at Ground Level*

Lift Point Radius		4000 mm (13'1")		6050 mm (19'10")	
		Front	Side	Front	Side
Blade Down	kg	3650	1710	1880	920
	lb	8,046	3,770	4,144	2,028
Blade Up	kg	1840	1530	970	820
	lb	4,056	3,373	2,138	1,808

* The above loads are consistent with hydraulic excavator lift capacity rating standard ISO 10567:2007 and they do not exceed 87% of hydraulic lifting capacity or 75% of tipping capacity. The excavator bucket weight is not included on this chart. Lifting capacities are for standard stick.

KOMATSU

PC
45MR

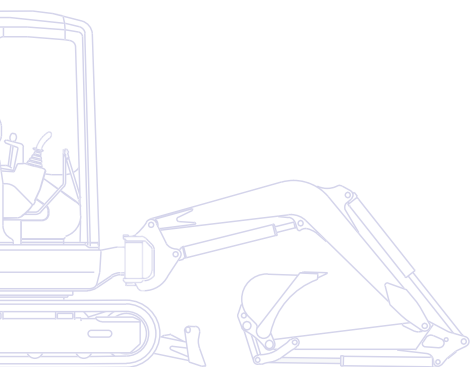


Miniexcavadora **PC45MR-3**

POTENCIA DEL MOTOR
29,5 kW / 39,6 HP @ 2.400 rpm

PESO OPERATIVO
4.595 - 4.780 kg

CAPACIDAD DEL CAZO
0,07 - 0,175 m³



Datos técnicos

MOTOR

Nueva generación de motores desarrollados para cumplir con los más estrictos controles de emisión de gases.

Modelo	Komatsu 4D88E-6
Tipo	motor diesel 4 tiempos de bajas emisiones
Cilindrada	2.189 cm ³
Diámetro x carrera	88 x 90 mm
Nº de cilindros	4
Potencia del motor	
A las revoluciones del motor	2.400 rpm
ISO 14396	29,5 kW / 39,6 HP
ISO 9249 (potencia neta del motor)	28,5 kW / 38,2 HP
Par máx./nº de revoluciones	137 Nm/1.440 rpm
Refrigeración	por líquido refrigerante
Filtro de aire	en seco
Arranque	eléctrico con sistema de precalentamiento del aire para arranques en frío

PESO OPERATIVO

Peso con cazo estándar, lleno de combustible, + 75 kg operador (ISO 6016).	
Peso operativo con cabina y orugas de goma	4.715 kg
Peso operativo con cabina y orugas de acero	4.780 kg
Canopy	-150 kg (opcional)

SISTEMA HIDRÁULICO

Tipo	Komatsu CLSS
Bomba principal	2 bombas de caudal variable
Caudal máximo	53,5 x 2 + 33,8 l/min
Tara de las válvulas de descarga	26,5 MPa (265 bar)
Motores hidráulicos:	
Traslación	2 x motor de cilindrada variable
Rotación	1 x motor con caudal fijo
Cilindros hidráulicos (diámetro x carrera):	
Pluma	90 x 696 mm
Balancín	80 x 649 mm
Cazo	70 x 580 mm
Giro pluma	90 x 630 mm
Hoja	110 x 140 mm
Fuerza arranque en el cazo (ISO 6015)	3.393 daN (3.460 kg)
Fuerza de excavación en el brazo (ISO 6015):	
Brazo de 1.375 mm	2.157 daN (2.200 kg)
Brazo de 1.770 mm	1.961 daN (2.000 kg)
El equipo de retro está completamente controlado por servomandos de control proporcional. Levantando las palancas de seguridad situadas en el soporte de mandos se inhiben todos los movimientos.	

MEDIO AMBIENTE

Niveles de vibración (EN 12096:1997)*	
Mano/brazo	≤ 2,5 m/s ² (incertidumbre K = 1,2 m/s ²)
Cuerpo	≤ 0,5 m/s ² (incertidumbre K = 0,2 m/s ²)
* para el propósito de evaluación de riesgo conforme a la directiva 2002/44/EC, remítanse a ISO/TR 25398:2006.	

SISTEMA DE GIRO

La rotación se efectúa por medio de un motor hidráulico orbital.	
Rodamiento de bolas de fila única con dientes internos endurecidos por inducción. Lubricación centralizada de la unidad.	
Velocidad de giro	9,0 rpm

HOJA

Tipo	estructura de unidad única electrosoldada
Anchura x altura	1.960 x 355 mm
Elevación max. del suelo	430 mm
Profundidad de excavación max.	330 mm

BASTIDOR DE RODAJE

Bastidor inferior central con travesaños en X y cuerpos de estructura tubular.	
Rodillos inferiores (cada lado)	4
Anchura de las tejas	400 mm
Presión sobre suelo (estándar)	0,25 kg/cm ²

SISTEMA ELÉCTRICO

Tensión	12 V
Batería	72 Ah
Alternador	40 A
Motor de arranque	2,3 kW

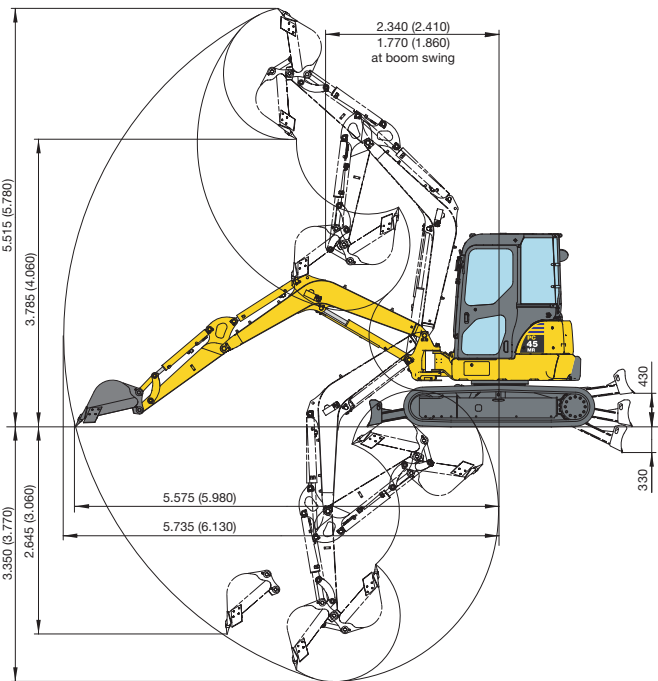
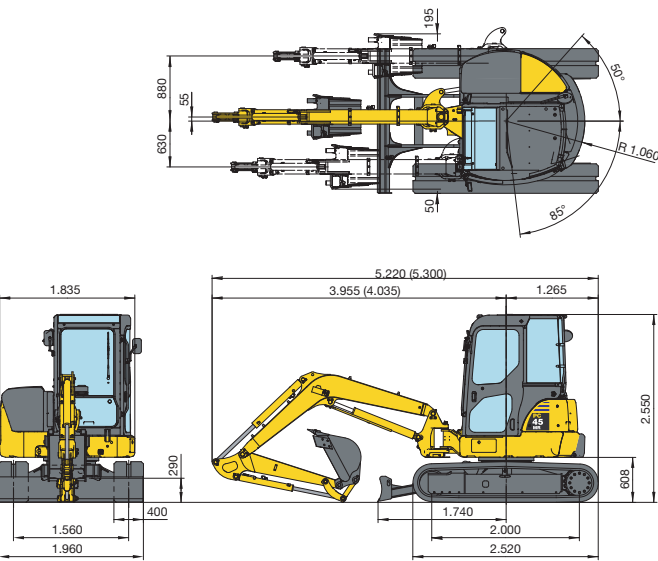
CAPACIDADES

Depósito de combustible	65 l
Radiador y circuito de refrigeración	8,5 l
Aceite motor (rellenado)	7,5 l
Depósito hidráulico	55 l

TRANSMISIÓN

Tipo	Completamente hidrostática de dos velocidades, controlada por 2 palancas y 2 pedales
Motores hidráulicos	2 x pistones axiales
Sistema de reducción	reducción planetaria
Fuerza de tracción máxima	4.197 daN (4.280 kgf)
Velocidad de desplazamiento	2,8 - 4,6 km/h

Dimensiones y alcance del equipo de trabajo



NOTAS:

Los datos están tomados usando la base ISO 10567. Las capacidades de elevación arriba indicadas contienen un margen de seguridad del 25% y no superan el 87% de la capacidad efectiva. Las excavadoras que se usen para operaciones de manejo de objetos deben cumplir las normas locales y deben estar equipadas con válvulas de seguridad (pluma y balancín) y el avisador de sobrecarga que cumpla con EN474-5.

- Los valores señalados con un asterisco (*) están limitados por las capacidades hidráulicas.
- Para estas capacidades de elevación se supone que la máquina está situada sobre una superficie uniforme y estable.
- El punto de elevación es un gancho hipotético situado detrás del cazo.

CAZOS

Anchura mm	Capacity m³ (ISO 7451)	Peso kg	Nº de dientes
300	0,07	75	2
400	0,1	90	3
500	0,125	100	4
600	0,15	115	5
700	0,175	125	5

Cabina, orugas de goma, hoja a nivel del suelo

A - Distancias desde el centro de rotación - Altura del bulón del cazo

LONGITUD DEL BALANCÍN 1.375 mm

A	2 m		3 m		4 m		Alcance máx.	
	Front	360°	Front	360°	Front	360°	Front	360°
4 m	-	-	-	-	-	-	(*)1.005	775
3 m	-	-	(*)990	(*)990	(*)990	670	(*)1.020	555
2 m	-	-	(*)1.530	1.050	(*)1.165	655	(*)1.060	475
1 m	-	-	(*)2.125	975	(*)1.380	625	(*)1.120	450
0 m	-	-	(*)2.345	940	(*)1.505	605	(*)1.195	475
-1 m	(*)3.010	1.875	(*)2.195	945	(*)1.400	605	(*)1.280	570
-2 m	(*)2.635	1.935	(*)1.505	975	-	-	(*)1.340	900

Unidad: kg

LONGITUD DEL BALANCÍN 1.770 mm

A	2 m		3 m		4 m		Alcance máx.	
	Front	360°	Front	360°	Front	360°	Front	360°
4 m	-	-	-	-	(*)805	675	(*)855	615
3 m	-	-	-	-	(*)810	680	(*)880	465
2 m	-	-	(*)1.220	1.070	(*)1.000	655	(*)925	405
1 m	-	-	(*)1.895	985	(*)1.260	625	(*)980	385
0 m	(*)1.250	(*)1.250	(*)2.275	930	(*)1.450	595	(*)1.045	405
-1 m	(*)2.410	(*)2.410	(*)2.275	920	(*)1.465	585	(*)1.125	470
-2 m	(*)3.355	1.870	(*)1.865	935	-	-	(*)1.215	655

Unidad: kg

Equipamiento estándar

- Cabina basculante con calefacción con protección antivuelco y antichoque ROPS (ISO 3471) / FOPS (ISO 10262)
- Puerta corredera
- Orugas de goma de 400 mm
- Brazo de 1.375 mm
- Dos velocidades con "reducción automática de marcha"
- Hoja
- Circuito hidráulico auxiliar hasta el balancín
- Asiento abatible con suspensión
- Protección del cilindro de la pluma
- Luz de trabajo en la pluma
- 2 espejos retrovisores
- Alarma de desplazamiento
- KOMTRAX™ - sistema de monitorización por satélite de Komatsu
- Válvulas de seguridad de pluma y balancín, avisador de sobrecarga (para países de la Comunidad Europea)

Equipamiento opcional

- Canopy con protección antivuelco y antichoque ROPS (ISO 3471) / FOPS (ISO 10262)
- Orugas de acero de 400 mm
- Orugas Roadliner de 400 mm
- Brazo de 1.770 mm
- Aire acondicionado
- Gama de cazos (300 - 700 mm)
- Cazo de limpieza 1.400 mm
- Grifos de purga para el cilindro del cazo
- Mecanismo articulado del cazo con argolla de izada
- Válvulas de seguridad de pluma y balancín, avisador de sobrecarga (para países no Comunitarios)
- Válvulas de seguridad (hoja)
- Válvula de descarga para circuito de implementos
- Luz rotativa
- Luces de trabajo de la cabina/el canopy
- Preinstalación radiocassete
- Luz de trabajo adicional en la parte trasera de la cabina
- Control de implemento en el joystick
- Enganche rápido Komatsu
- Cazos con dientes Kmax

Su delegación de Komatsu:



Ctra. M-300 Km. 29,1 (Antigua N-II)
28802 Alcalá de Henares, Madrid
Tel: +34 91 887 26 00 - Fax: +34 91 883 63 05
<http://www.kesa.es>



**Komatsu Europe
International NV**
Mechelsesteenweg 586
B-1800 VILVOORDE (BELGIUM)
Tel. +32-2-255 24 11
Fax +32-2-252 19 81
www.komatsu.eu

KOMATSU

PC
55MR

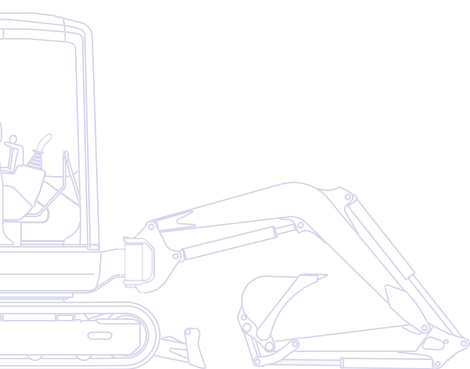


Miniexcavadora **PC55MR-3**

POTENCIA DEL MOTOR
29,5 kW / 39,6 HP @ 2.400 rpm

PESO OPERATIVO
5.160 - 5.350 kg

CAPACIDAD DEL CAZO
0,07 - 0,175 m³



Datos técnicos

MOTOR

Nueva generación de motores desarrollados para cumplir con los más estrictos controles de emisión de gases.

Modelo Komatsu 4D88E-6
Tipo motor diesel 4 tiempos de bajas emisiones
Cilindrada 2.189 cm³
Diámetro × carrera 88 × 90 mm
N° de cilindros 4
Potencia del motor
A las revoluciones del motor 2.400 rpm
ISO 14396 29,5 kW / 39,6 HP
ISO 9249 (potencia neta del motor) 28,5 kW / 38,2 HP
Par / n° revoluciones 137 Nm / 1.440 rpm
Refrigeración por líquido refrigerante
Filtro de aire en seco
Arranque eléctrico con sistema de precalentamiento del aire para arranques en frío

PESO OPERATIVO

Peso con cazo estándar, lleno de combustible, + 75 kg operador (ISO 6016)
Peso operativo con cabina y orugas de goma 5.280 kg
Peso operativo con cabina y orugas de acero 5.350 kg

SISTEMA HIDRÁULICO

Tipo Komatsu CLSS
Bomba principal 2 bombas de caudal variable
Caudal máximo 53,5 × 2 + 33,8 l/min
Tara de las válvulas de descarga 26,5 MPa (265 bar)
Motores hidráulicos:
Traslación 2 × motor de cilindrada variable
Rotación 1 × motor con caudal fijo
Cilindros hidráulicos (diámetro × carrera):
Pluma 90 × 696 mm
Balancín 85 × 733 mm
Cazo 75 × 580 mm
Giro pluma 95 × 630 mm
Hoja 110 × 140 mm
Fuerza arranque en el cazo (ISO 6015) 3.900 daN (3.980 kg)
Fuerza de excavación en el balancín (ISO 6015):
Balancín de 1.640 mm 2.392 daN (2.440 kg)
Balancín de 2.000 mm 2.226 daN (2.270 kg)
El equipo de retro está completamente controlado por servomandos de control proporcional. Levantando las palancas de seguridad situadas en el soporte de mandos se inhiben todos los movimientos.

TRANSMISIÓN

Tipo completamente hidrostática de dos velocidades, controlada por 2 palancas y 2 pedales
Motores hidráulicos 2 × pistones axiales
Sistema de reducción reducción planetaria
Fuerza de tracción máxima 4.200 daN (4.280 kgf)
Velocidad de desplazamiento 2,8 - 4,6 km/h

SISTEMA DE GIRO

La rotación se efectúa por medio de un motor hidráulico orbital.
Rodamiento de bolas de fila única con dientes internos endurecidos por inducción. Lubricación centralizada de la unidad.
Velocidad de giro 9,0 rpm

HOJA

Tipo estructura de unidad única electrosoldada
Anchura × altura 1.960 × 355 mm
Elevación max. del suelo 430 mm
Profundidad de excavación max. 330 mm

BASTIDOR DE RODAJE

Bastidor inferior central con travesaños en X y cuerpos de estructura tubular.
Rodillos inferiores (cada lado) 4
Anchura de las tejas 400 mm
Presión sobre suelo (estándar) 0,25 kg/cm²

SISTEMA ELÉCTRICO

Tensión 12 V
Batería 72 Ah
Alternador 40 A
Motor de arranque 2,3 kW

CAPACIDADES DE RELLENADO

Depósito de combustible 65 l
Radiador y circuito de refrigeración 8,5 l
Aceite motor (rellenado) 7,5 l
Depósito hidráulico 55 l

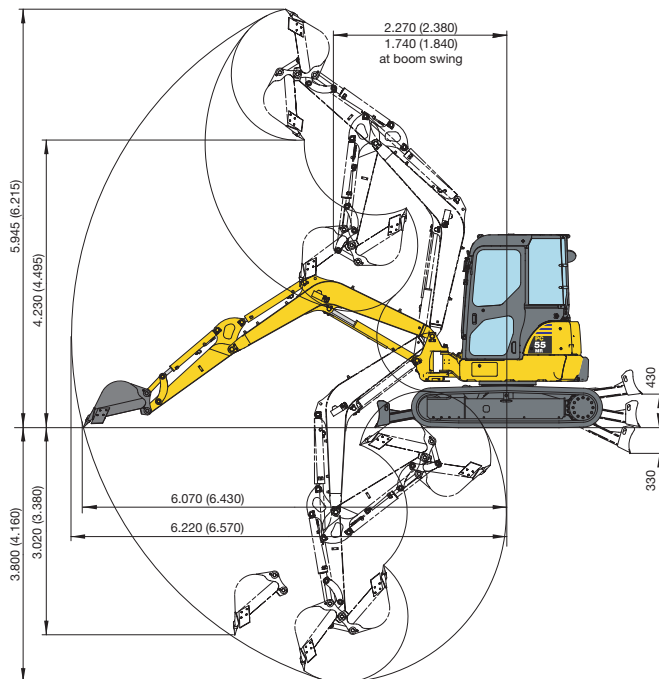
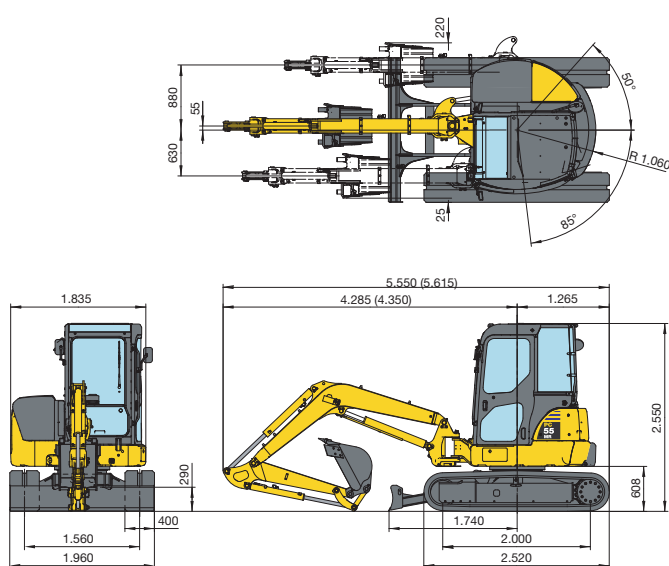
MEDIO AMBIENTE

Niveles de vibración (EN 12096:1997)*
Mano/brazo ≤ 2,5 m/s² (incertidumbre K = 1,2 m/s²)
Cuerpo ≤ 0,5 m/s² (incertidumbre K = 0,2 m/s²)
* para el propósito de evaluación de riesgo conforme a la directiva 2002/44/EC, remítanse a ISO/TR 25398:2006.

CAZOS

Anchura mm	Capacidad m ³ (ISO 7451)	Peso kg	N° de dientes
300	0,07	75	2
400	0,1	90	3
500	0,125	100	4
600	0,15	115	5
700	0,175	125	5

Dimensiones y alcance del equipo de trabajo



Cabina, orugas de goma, hoja a nivel del suelo

A - Distancias desde el centro de rotación B - Altura del bulón del cazo

LONGITUD DEL BALANCÍN 1.640 mm

A	2 m		3 m		4 m		Alcance máx.	
	Front	360°	Front	360°	Front	360°	Front	360°
4 m	-	-	-	-	(*)790	780	(*)835	670
3 m	-	-	-	-	(*)845	775	(*)850	520
2 m	-	-	(*)1.435	1.180	(*)1.050	745	(*)885	460
1 m	-	-	(*)2.030	1.085	(*)1.285	705	(*)930	440
0 m	-	-	(*)2.260	1.040	(*)1.435	680	(*)985	455
-1 m	(*)2.790	2.025	(*)2.170	1.040	(*)1.415	670	(*)1.050	520
-2 m	-	-	-	-	-	-	-	-

Unidad: kgf

LONGITUD DEL BALANCÍN 2.000 mm

A	2 m		3 m		4 m		Alcance máx.	
	Front	360°	Front	360°	Front	360°	Front	360°
4 m	-	-	-	-	(*)625	(*)625	(*)730	565
3 m	-	-	-	-	(*)700	(*)700	(*)750	450
2 m	-	-	(*)1.160	(*)1.160	(*)915	750	(*)785	400
1 m	-	-	(*)1.815	1.095	(*)1.175	705	(*)825	385
0 m	(*)1.285	(*)1.285	(*)2.180	1.030	(*)1.375	670	(*)875	395
-1 m	(*)2.365	1.975	(*)2.205	1.015	(*)1.420	655	(*)935	445
-2 m	-	-	-	-	-	-	-	-

Unidad: kgf

Cabina, orugas de goma, hoja levantada

A - Distancias desde el centro de rotación B - Altura del bulón del cazo

LONGITUD DEL BALANCÍN 1.640 mm

A	2 m		3 m		4 m		Alcance máx.	
	Front	360°	Front	360°	Front	360°	Front	360°
4 m	-	-	-	-	(*)790	780	(*)835	670
3 m	-	-	-	-	(*)845	775	780	520
2 m	-	-	(*)1.435	1.180	(*)1.050	745	695	460
1 m	-	-	1.665	1.085	1.065	705	670	440
0 m	-	-	1.620	1.040	1.035	680	695	455
-1 m	(*)2.790	2.025	1.615	1.040	1.025	670	795	520
-2 m	-	-	-	-	-	-	-	-

Unidad: kgf

LONGITUD DEL BALANCÍN 2.000 mm

A	2 m		3 m		4 m		Alcance máx.	
	Front	360°	Front	360°	Front	360°	Front	360°
4 m	-	-	-	-	(*)625	(*)625	(*)730	565
3 m	-	-	-	-	(*)700	(*)700	685	450
2 m	-	-	(*)1.160	(*)1.160	(*)915	750	620	400
1 m	-	-	1.680	1.095	1.065	705	595	385
0 m	(*)1.285	(*)1.285	1.605	1.030	1.025	670	615	395
-1 m	(*)2.365	1.975	1.590	1.015	1.010	655	690	445
-2 m	-	-	-	-	-	-	-	-

Unidad: kgf

NOTAS:

Los datos están tomados usando la base ISO 10567. Las capacidades de elevación arriba indicadas contienen un margen de seguridad del 25% y no superan el 87% de la capacidad efectiva. Las excavadoras que se usen para operaciones de manejo de objetos deben cumplir las normas locales y deben estar equipadas con válvulas de seguridad (pluma y balancín) y el avisador de sobrecarga que cumpla con EN474-5.

- Los valores señalados con un asterisco (*) están limitados por las capacidades hidráulicas.

- Para estas capacidades de elevación se supone que la máquina está situada sobre una superficie uniforme y estable.

- El punto de elevación es un gancho hipotético situado detrás del cazo.

Equipamiento estándar

- Cabina basculante con calefacción con protección antivuelco y antichoque ROPS (ISO 3471) / FOPS (ISO 10262)
- Puerta corredera
- Cadenas de goma de 400 mm
- Balancín de 1.640 mm
- Dos velocidades con "reducción automática de marcha"
- Circuito hidráulico auxiliar hasta el balancín
- Hoja
- Asiento abatible con suspensión
- Protección del cilindro de la pluma
- Luz de trabajo en la pluma
- 2 espejos retrovisores
- Alarma de desplazamiento
- KOMTRAX™ - sistema de monitorización por satélite de Komatsu
- Válvulas de seguridad de pluma y balancín, avisador de sobrecarga (para países de la Comunidad Europea)

Equipamiento opcional

- Canopy con protección antivuelco y antichoque ROPS (ISO 3471) / FOPS (ISO 10262)
- Cadenas de acero de 400 mm
- Orugas Roadliner de 400 mm
- Balancín de 2.000 mm
- Aire acondicionado
- Gama de cazos (300 -700 mm)
- Cazo de limpieza 1.400 mm
- Mecanismo articulado del cazo con argolla de izada
- Válvulas de seguridad de pluma y balancín, avisador de sobrecarga (para países no Comunitarios)
- Válvulas de seguridad (hoja)
- Válvula de descarga para circuito de implementos
- Preinstalación radiocassete
- Luz rotativa
- Luces de trabajo de la cabina/el canopy
- Luz de trabajo adicional en la parte trasera de la cabina
- Autodesaceleración
- Control de implemento en el joystick
- Enganche rápido Komatsu
- Cazos con dientes Kmax

Su distribuidor de Komatsu:



Ctra. M-300 Km. 29,1 (Antigua N-II)
28802 Alcalá de Henares, Madrid
Tel: +34 91 887 26 00 - Fax: +34 91 883 63 05
<http://www.kesa.es>



**Komatsu Europe
International NV**
Mechelsesteenweg 586
B-1800 VILVOORDE (BELGIUM)
Tel. +32-2-255 24 11
Fax +32-2-252 19 81
www.komatsu.eu

KOMATSU®

PC45MR-3 PC55MR-3

PC
45
MR

HORSEPOWER

Gross: 29.5 kW 40.1 HP / 2400 min⁻¹

Net: 28.5 kW 39.0 HP / 2400 min⁻¹

OPERATING WEIGHT

PC45MR-3: 4795 kg

PC55MR-3: 5160 kg

BUCKET CAPACITY

PC45MR-3: 0.055 – 0.14 m³

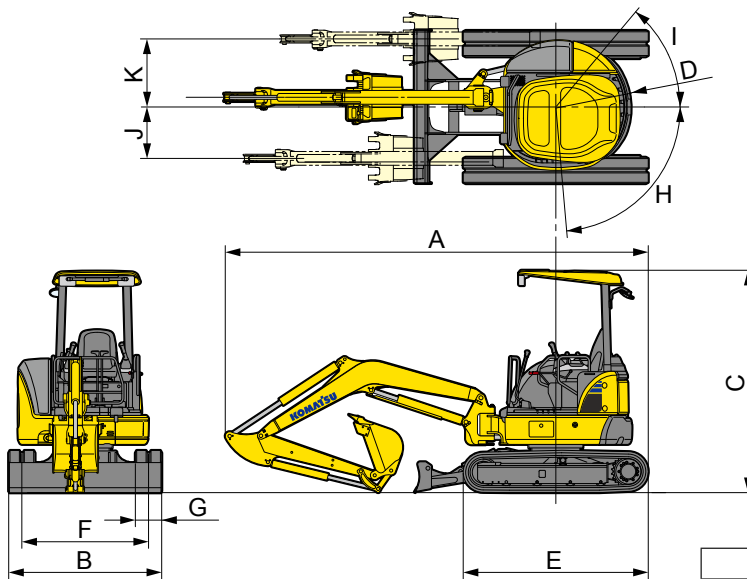
PC55MR-3: 0.055 – 0.16 m³



Photos may include optional equipment.



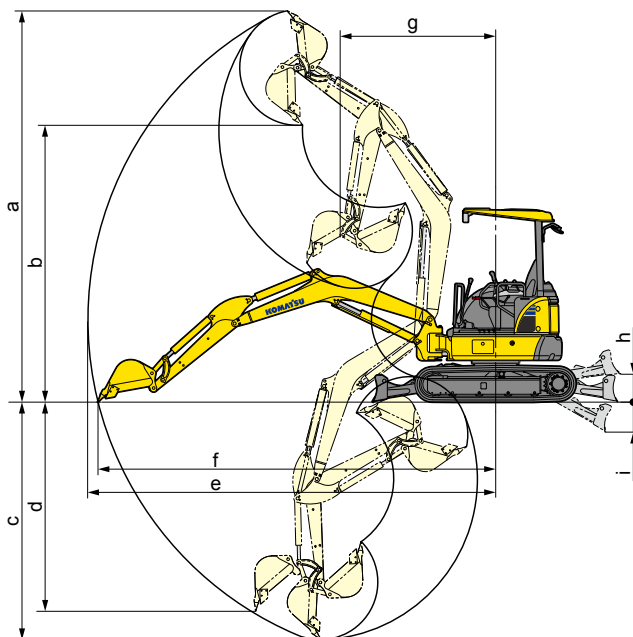
DIMENSIONS



		PC45MR-3	PC55MR-3
A	Overall length	5220 mm	5550 mm
B	Overall width	1960 mm	1960 mm
C	Overall height	2550 mm	2550 mm
D	Tail swing radius	1060 mm	1060 mm
E	Crawler length	2520 mm	2520 mm
F	Track gauge	1560 mm	1560 mm
G	Track shoe width	400 mm	400 mm
H/I	Boom swing angle deg.	LH85/RH50 deg.	LH85/RH55 deg.
J	Bucket offset LH	630 mm	630 mm
K	Bucket offset RH	880 mm	880 mm



WORKING RANGE

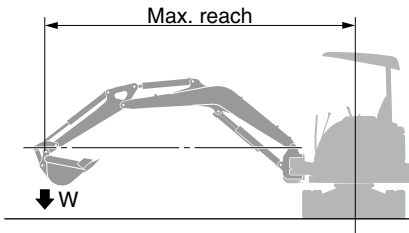


Standard Arm Working Range

		PC45MR-3	PC55MR-3
a	Max. digging height	5515 mm	5945 mm
b	Max. dumping height	3785 mm	4230 mm
c	Max. digging depth	3350 mm	3800 mm
d	Max. vertical digging depth	2645 mm	3020 mm
e	Max. digging reach	5735 mm	6220 mm
f	Max. digging reach at ground level	5575 mm	6070 mm
g	Min. swing radius (When boom swing)	2340 mm (1770 mm)	2270 mm (1740 mm)
h	Max. blade lift	430 mm	430 mm
i	Max. blade depth	330 mm	330 mm

Long Arm Working Range

		PC45MR-3	PC55MR-3
a	Max. digging height	5780 mm	6215 mm
b	Max. dumping height	4060 mm	4495 mm
c	Max. digging depth	3770 mm	4160 mm
d	Max. vertical digging depth	3060 mm	3380 mm
e	Max. digging reach	6130 mm	6570 mm
f	Max. digging reach at ground level	5980 mm	6430 mm
g	Min. swing radius (When boom swing)	2410 mm (1860 mm)	2380 mm (1840 mm)
h	Max. blade lift	430 mm	430 mm
i	Max. blade depth	330 mm	330 mm

**LIFTING CAPACITY WITH LIFTING MODE****PC45/55MR-3**

- A: Reach from swing center
 B: Bucket hook height
 C: Lifting capacity
 Cf: Rating over front
 Cs: Rating over side
 ●: Rating at maximum reach

PC45MR-3	Arm length		2 m		3 m		Maximum	
			Front	Side	Front	Side	Front	Side
	1375 mm	3 m			*990	*990	*1020	585
		2 m			*1530	1100	*1060	500
		1 m			*2125	1025	*1120	480
		0 m			*2345	995	*1195	505
		-1 m	*3010	1965	*2195	995	*1280	600
	1770 mm	0 m	*1250	1250	*2275	980	*1045	430

PC55MR-3	Arm length		2 m		3 m		Maximum	
			Front	Side	Front	Side	Front	Side
	1640 mm	3 m					*850	500
		2 m			*1435	1140	*885	440
		1 m			*2030	1045	*930	420
		0 m			*2260	1005	*985	435
		-1 m	*2790	1960	*2170	1000	*1050	500
	2000 mm	0 m	*1285	*1285	*2205	1010	*895	390

*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic capacity or 75% of tipping load.

BUCKET LINEUP

■ Bucket Line-up

Category	Capacity (m³)	Width (mm)		Weight (kg)	Number of teeth	Tooth type	PC45MR-3	PC55MR-3
		Without side cutters	With side cutters					
Narrow digging	0.055	300	370	90	3	Vertical	(○)	(○)
	0.11	430	500	95	3		(○)	(○)
General digging	0.14	530	600	110	4		○	
	0.16	580	650	120	5			○

○ : STD (○) : Selectable



STANDARD EQUIPMENT

ENGINE:

- Dry type air cleaner, double element
- Engine, Komatsu 4D88E-6
- Fuel pre-filter (With water separator)
- Side-by-side cooling
- Wave fin radiator

ELECTRICAL SYSTEM:

- Automatic two-speed travel control
- Working lights

HYDRAULIC SYSTEM:

- Closed-center system with load-sensing
- PPC

GUARDS AND COVERS:

- Fan guard structure
- Thermal guard

OPERATOR ENVIRONMENT:

- Rear view mirrors (RH, LH)
- Right seat, reclining with wrist rests

- Seat belt, 78 mm
- Two-post ROPS (ISO 3741) & top guard canopy
- Washable floor mat

OTHER EQUIPMENT:

- 400 mm rubber shoes
- Standard blade (Weld edge type)
- Travel alarm



OPTIONAL EQUIPMENT

- Additional working light
- Air conditioner (A/C) (For cab)
- Cigarette lighter (For cab)
- Pattern change valve (ISO - Backhoe) (ISO control pattern (ISO 10968))
- Radiator net
- Radio (For cab)
- Suspension seat, reclining with wrist rests
- ROPS (ISO 3741) & top guard cab with heater, front window washer/wiper, cup holder and ashtray
- Seat belt, 50 mm width

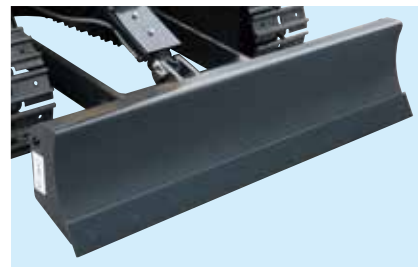
Pattern change valve

Pattern change valve allows the operator to change easily between ISO control pattern (ISO 10968) or backhoe control pattern.



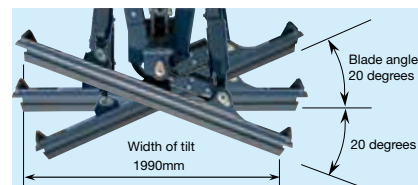
Optional blade

(Bolt on cutting edge (B.O.C.) type)



Power angle tilt blade

Power angle tilt blade realizes efficiency improvement of leveling work. The blade is B.O.C type.



Shoe type

STD	OPT		
400 mm rubber shoes	400 mm steel shoes	400 mm steel shoes with rubber pad	400 mm roadliner

<https://home.komatsu/en/>

Printed in Japan 201903 IP.AD

KOMATSU[®]

CEN00853-00

Materials and specifications are subject to change without notice.
KOMATSU is a trademark of Komatsu Ltd. Japan.

takeuchi

TB138FR|TB153FR|TB280FR



 **Huppenkothen
Baumaschinen**
www.huppenkothen.com

PAQUETE CONFORT DE HUPPENKOTHEN

TB138FR | TB153FR | TB280FR

- » Amortiguación final en cilindros de elevación, balancín y giro del brazo
- » Doble filtro de aire
- » Contrapeso masivo para estabilidad especial
- » 3 circuitos hidráulicos dirigidos por potenciómetros
- » Aviso acústico de sobrecarga (EN474-5)
- » Válvula de seguridad antirretorno en cilindro de elevación y balancín
- » Muelle en freno de láminas de aparcar
- » Muelle en freno de láminas de giro
- » Liberación automática de presión en todos los circuitos auxiliares al accionar el enganche rápido hidráulico
- » Ralentí automático
- » Cabina ergonómica con rejillas de protección en el techo ROPS (ISO12117-2)/OPG(ISO10262 Nivel II)
- » Compartimento para la herramienta
- » Toma de corriente en el techo para un rotativo

PAQUETE CONFORT DE HUPPENKOTHEN

ADICIONAL PARA TB280FR

- » 4 circuitos hidráulicos, 3 de ellos dirigidos por potenciómetros
- » 1^{er} circuito hidráulico High-Flow con máx. 148 l/min
- » 1^{er} circuito hidráulico con 3 caudales ajustables desde el display
- » 2° / 4° circuito hidráulico con máx. 59l/min
- » 2° / 4° circuito hidráulico con caudales ajustables desde el display
- » Bomba de repostar gasoil
- » Retorno automático a depósito (retorno del martillo sin presión)
- » Modo Eco para aumentar la rentabilidad
- » Modo Power para aumentar el rendimiento

OPCIONAL

TB138FR | TB153FR | TB280FR

- » Limitador de altura y de giro con límites programables
- » Asiento de confort amortiguado por aire, con calefacción
- » Aire acondicionado (en la TB280FR de serie)

EXCAVADORAS DE PARTE TRASERA CORTA TB138FR, TB153FR Y TB280FR DE TAKEUCHI

Con las miniexcavadoras de parte trasera corta Huppenkothén marca las pautas a seguir en rendimiento, fiabilidad, eficacia y comodidad de utilización.

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

El diseño compacto e innovador de las excavadoras de parte trasera corta TB138FR, TB153FR y TB280FR les permite trabajar sin restricciones sobre todo en espacios reducidos (mínimo radio de giro hacia ambos lados).

El giro del brazo patentado de la TB138FR, TB153FR y TB280FR permite un giro de la cabina de 360° dentro del ancho de las cadenas con el cazo cargado.

TAKEUCHI - CON TODA LA EXPERIENCIA DEL INVENTOR DE LA EXCAVADORA COMPACTA



Gran distancia del eje al suelo, tren inferior y superior especialmente protegido.



Motores con niveles reducidos de consumo, ruidos y emisiones de gases, tubo de escape hacia arriba; contrapeso macizo.



Asiento ergonómico con revestimiento de tela.



Regleta de interruptores de forma clara y manejable.



Rodillos con guía interior y exterior para un funcionamiento seguro de las cadenas de goma Double-Short-Pitch que evitan vibraciones durante la marcha.



Cabina abatible para facilitar el mantenimiento y un acceso cómodo a los componentes hidráulicos y al motor.



Display multifuncional (TB280FR) con muchas funciones.



Display con unidades de control acústicos y visuales.

ACCESORIOS PARA **Takeuchi**



PowerTilt con enganche rápido hidráulico, cazo montado al revés



Enganche rápido hidráulico



PowerTilt con enganche rápido hidráulico



Ahoyador con broca



Martillo hidráulico



Cazo de limpieza fijo con implemento giratorio PowerTilt



Implemento giratorio PowerTilt con pinza universal



Sistema Huppi-Quick: conexiones hidráulicas se conectan automáticamente durante la fase de acoplamiento



Robusta traslación lateral del brazo, patentado por TAKEUCHI.



4 circuitos hidráulicos de serie en la TB280FR. 3 circuitos hidráulicos de serie en la TB138FR y TB153FR para una multitud de accesorios.

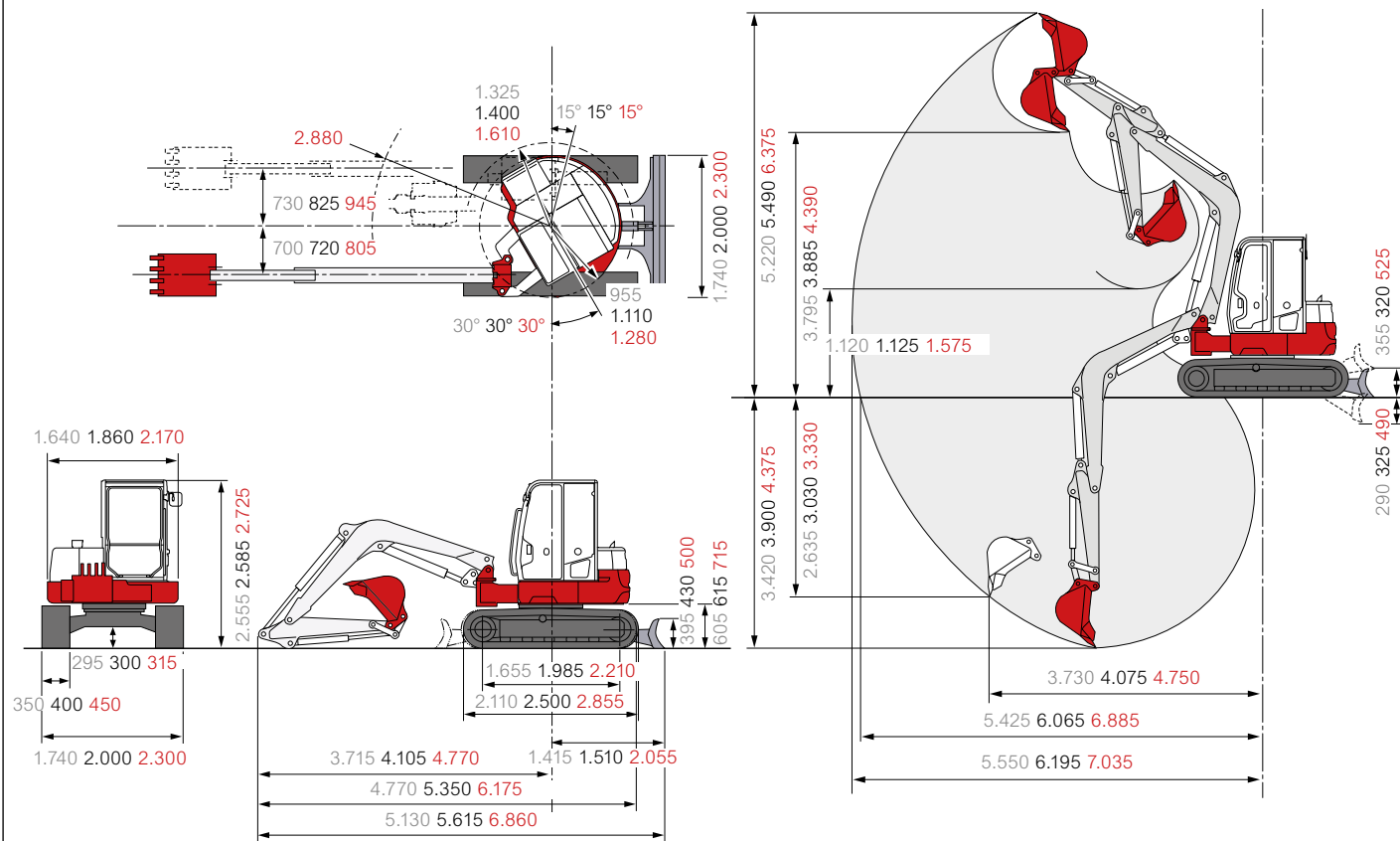


Cizalla

Fresadora

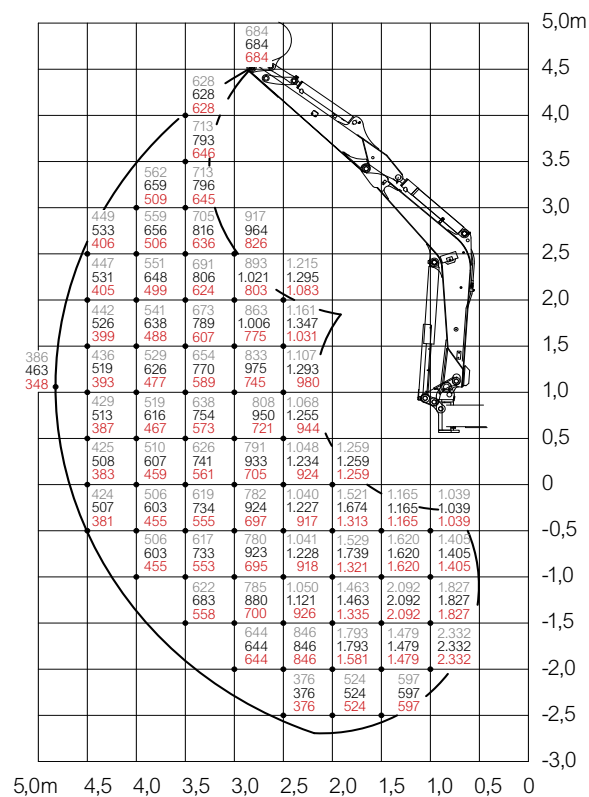
Compactadora

Medidas (Unidad mm)

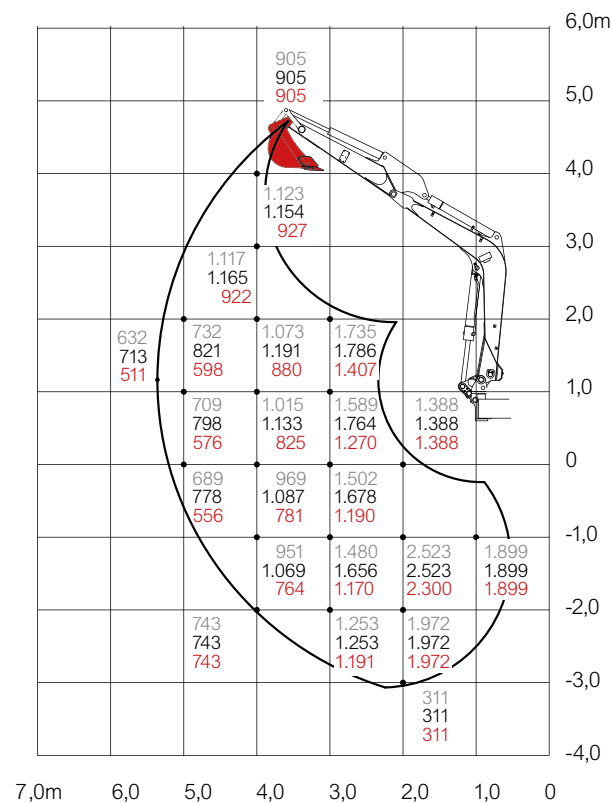


- Medidas en gris
TB138FR
- Medidas en negro
TB153FR
- Medidas en rojo
TB280FR

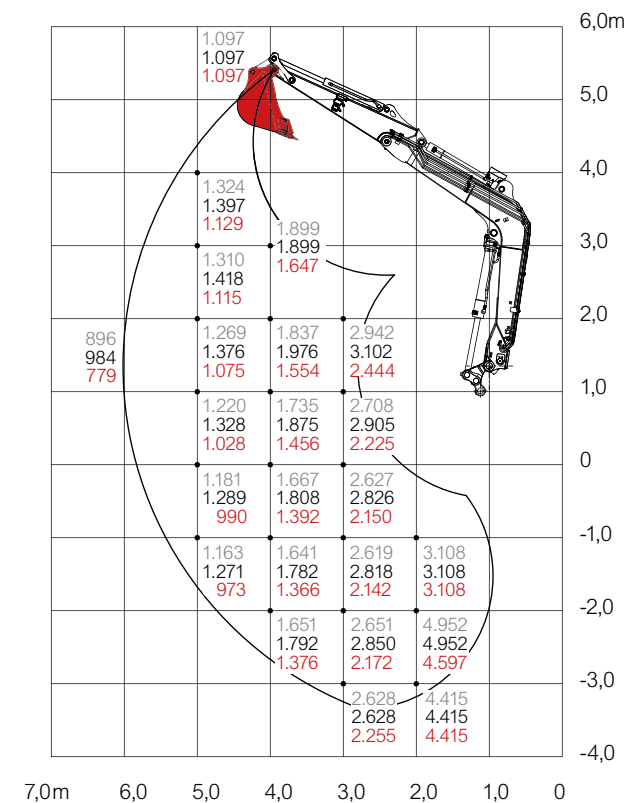
TB138FR



TB153FR



TB280FR



■ Medidas en gris
Hacia delante (pala dozer levantada)

■ Medidas en negro
Medidas en negro


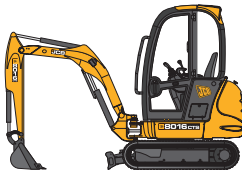


■ Medidas en negro
Hacia un lado

Las cargas indicadas en las tablas no superan el 87% de capacidad de elevación hidráulica o el 75% de carga de vuelco.

Medidas principales	TB138FR	TB153FR	TB280FR
Peso operativo* (kg)	4.102	5.986	8.953
Anchura (mm)	1.740	2.000	2.300
Altura (mm)	2.555	2.570	2.725
Longitud de transporte (mm)	5.130	5.615	6.175
Giro del brazo izda/dcha (°) 30 / 15	30 / 15	30 / 15	30 / 15
Motor diesel			
Yanmar	3TNV88-BPTBZ fase 4 de gases de escape	4TNV88-BPTBZ fase 4 de gases de escape	4TNV98CT-WTBZ fase 5 de gases de escape
Tipo	3 cilindros, 4 tiempos	4 cilindros, 4 tiempos	4 cilindros, 4 tiempos con Commonrail, DPF y Turbo
Potencia nom. (kw/CV)	22,0 / 29,5 a 2.400	29,5 / 39,6 a 2.400	51,6 / 69,2 a 2.000
Par máximo (Nm)	107,1 a 1.440	143,4 a 1.440	308,0 a 1.300
Cilindrada (cm³)	1.642	2.189	3.318
Agua de refrigeración (l)	6,0	8,8	14,0
Aceite del motor (l)	4,7	7,4	9,4
Depósito de gasoil (l)	40,0	65,0	100,0
Sistema hidráulico			
Bombas hidráulicas Tipo	2x variable + 2x engranaje		
Presión hidráulica (bar)	2x 206 / 1x 196 / 1x 34	2x 210 / 1x 206 / 1x 34	2x 275 / 1x 240 / 1x 35
Caudal (l/min)	2x 37,2 / 1x 22,8 / 1x 10,3	2x 58,3 / 1x 38,9 / 1x 10,8	2x 74,0 / 1x 59,0 / 1x 15,0

Motor de giro	Pistones axiales fijos		
Motor de traslación	Pistones axiales variables		
Depósito de aceite hidr. (l)	41,0 / 68,0 (total)	68,0 / 110,0 (total)	71,0 / 120,0 (total)
Circuitos auxiliares			
1er circuito martillo (l/min)	61,7	58,3	74,0 (3 niveles de ajuste)
1er circuito Hi-Flow (l/min)			148,0 (3 niveles de ajuste)
2º circuito Powertilt (l/min)	22,8	38,9	59,0 (caudal ajustable)
3er circuito enganche ERH (l/min)	10,3	10,8	15,0
Tren de rodaje			
Tipo de cadena	Goma o acero		
Anchura de cadena (mm)	350	400	450
Contacto con el suelo (mm)	1.655	1.985	2.210
Presión sobre el suelo (kg/cm²)	0,31	0,33	0,39
Prestaciones			
Velocidad (km/h) 1ª marcha / 2ª marcha	2,5 / 4,9	2,7 / 5,1	2,7 / 5,2
Velocidad de giro (r.p.m.)	9,8	9,9	10
Pendiente superable (%)	30 / 58	30 / 58	30 / 58
Fuerza arranque cazo (kN)	26,5	36,3	46,7
Fuerza arranque balancín (kN)	18,0	25,2	32,9
* Peso propio + ERH + Powertilt + cazo mediano + depósito medio lleno			

Huppenkothen GmbH
T +34 902 050 032
M +34 606 321 116 Hamid
M +34 682 623 072 Nacho

		8014 CTS	8016 CTS	8018 CTS	8020 CTS
					
Peso operativo de balancín estándar	(kg)	1564	1590	1662	2060
Potencia bruta del motor	(hp/kW)	19 / 14.2	19 / 14.2	19 / 14.2	19 / 14.2
Longitud de balancín	(mm)	1161	1161 (1261)	1161 (1261) (1500)	1261
Profundidad de excavación	(mm)	2044	2044 (2144)	2142 (2242) (2477)	2430
Alcance a nivel del suelo	(mm)	3764	3764 (3847)	3865 (3949) (4184)	4065
Altura de descarga	(mm)	2501	2501 (2559)	2568 (2626) (2765)	2772
Capacidad del depósito de combustible	(Ltr)	23.5	23.5	23.5	23.5
Fuerza de arranque del cazo	(kN)	13.5	16.2	16.2	19
Fuerza de arranque del balancín	(kN)	8.0	8.0	9.2	9.3
Caudal de la bomba	(Ltr/min)	39.2	39.2	43.6	43.6
Anchura de la máquina	(mm)	980	980	980 – 1340	1002 – 1362

8025 ZTS	8030 ZTS	8035 ZTS	8040 ZTS	8045 ZTS	8050 ZTS / RTS
					
2685	3217	3651	4300	4750	5162
28 / 20.9	28 / 20.9	32 / 24	46.4 / 34.1	46.4 / 34.1	46.4 / 34.1
1100	1300	1530	1525	1725	1725 or 1900
2580	2794	3173	3341	3542	3542 or 3717
4691	4901	5315	5613	5844	5844 or 6001
3158	3205	3482	3843	3977	3977 or 4102
40	40	40	68	68	68
24	28	32	37.1	42.2	42.2
15	17	20	23	26.1	26.1 or 23.75
102	102	108	169	169	169
1550	1650	1750	1980	1980	1980

DOOSAN

Minixcavadoras |
DX62R-3 / DX63-3



Potencia máxima: 60,3 CV
Peso operativo: 6,25 - 6,37 t
Capacidad máxima de la cuchara: 0,175 m³



Total versatilidad y mayor ahorro de combustible

► Dos modelos con características originales

Para cualquier aplicación, puede confiar en el perímetro de trabajo ideal de la DX62R-3 con giro reducido del voladizo y en el giro convencional del voladizo compacto de la DX63-3 para afrontar todas esas tareas con un rendimiento eficiente y fiable que ahorra tiempo y dinero.

- Monta un motor optimizado conforme a la Fase V de los reglamentos europeos con EGR (Recirculación de gases de escape) y DPF (Filtro de partículas diésel).
- El sistema hidráulico mejorado, con detección de la carga y centro cerrado, aprovecha la potencia del motor de forma más eficaz, por lo que aumenta al máximo el rendimiento de la bomba y ofrece más confort, suavidad y precisión, cualquiera que sea la carga.
- Mayor rendimiento gracias al aumento de la fuerza de excavación, la capacidad de elevación, la velocidad de desplazamiento y la fuerza de tracción.
- El consumo más eficiente de combustible significa que puede mantener los costes bajos y reducir el impacto medioambiental.
- La función de flotación de la hoja dózer estándar permite terminar el trabajo con más rapidez simplemente yendo hacia atrás.



Ángulo de inclinación y capacidad de trabajo mayores

Gracias a su elevada fuerza de tracción y a su potente par de giro, las DX62R-3 y DX63-3 son excelentes para trabajar en pendientes.



Giro de la pluma

El soporte de giro y el tamaño del cilindro de giro de la pluma garantizan un rendimiento potente y estable.



Selector de RPM / ralentí automático

El control electrónico permite ajustar las revoluciones del motor de manera óptima en función de la carga de trabajo. La función de ralentí automático suministrada de serie contribuye a la eficiencia en el consumo de combustible y reduce los niveles de ruido.



Distribuidor principal

La máquina puede controlarse con precisión durante operaciones sencillas y complejas; además, el caudal hidráulico delantero se adecua a la carga de trabajo. Esto contribuye a reducir el consumo de combustible y al funcionamiento correcto.

Máximo control en cada situación

El caudal auxiliar proporcional significa que la potencia de la excavadora va acompañada de maniobras suaves y seguras. Gracias a los joysticks sensibles y los controles claros colocados para facilitar el acceso podrá trabajar con seguridad y confianza con un mínimo esfuerzo. Incluso los interruptores se han situado ergonómicamente a la derecha y en función de la frecuencia con que se utilizan. Los más altos niveles de eficacia están al alcance de la mano.

Monitor LCD en color

El panel LCD en color de 5,7 pulgadas se encuentra en la línea de visión del operador. El monitor es fácil de usar y proporciona acceso a todos los ajustes de la máquina, a los datos de mantenimiento y al control del caudal auxiliar. Como las anomalías aparecen claramente indicadas en pantalla, puede disponer de información exacta en cualquier situación para trabajar de forma segura y tranquila.



Indicadores

- Temperaturas del refrigerante del motor y del aceite hidráulico
- Régimen del motor
- Nivel de combustible
- Símbolo Eco: el color refleja las condiciones de funcionamiento (ralentí, normal o carga)
- Indicador Eco: muestra la eficiencia media del combustible durante el último minuto de funcionamiento
- Símbolos de advertencia (12)
- Función antirrobo
- Calendario de mantenimiento
- Capacidad de diagnóstico

1. Símbolo Eco
2. Indicador Eco



Mandos de la derecha



Joystick proporcional con mando integrado auxiliar



Interruptor de modo de desplazamiento y función de flotación de la hoja dózer

El espacio de trabajo ideal: diseñado pensando en el operador

La cabina se ha diseñado de forma ergonómica pensando en la comodidad

Las miniexcavadoras DX62R-3 y DX63-3 están diseñadas para ofrecerle las mejores condiciones de trabajo posibles. La sofisticada cabina ROPS presurizada cuenta con certificado ISO para mayor seguridad. Su espacioso interior ofrece un cómodo asiento totalmente ajustable. Desde el cómodo asiento tiene fácil acceso a varios compartimentos de almacenamiento y una clara visión integral del lugar de trabajo. Se han reducido los niveles de ruido y vibraciones, mientras que el aire acondicionado le permite maximizar la productividad y la rentabilidad de la inversión.



Entorno ergonómico para el operador

Cabina espaciosa con amplitud para las piernas, pedales ergonómicos y robustos, suelo liso y grande, portavasos, etc.



Asiento, reposacabezas y reposabrazos ajustables

Para mayor confort del operador.



Aire acondicionado

Permite al operador ajustar el caudal de aire en función de la situación.

Más durabilidad, menos mantenimiento

Un bastidor reforzado proporciona firmeza, mientras que la forma optimizada de la pluma garantiza la distribución uniforme de la carga y, por lo tanto, más durabilidad. Los materiales de la máxima calidad, el más avanzado diseño asistido por ordenador y las pruebas de resistencia en las condiciones más exigentes garantizarán que la excavadora funcione sin pausa.

Por su diseño, la DX62R-3 y la DX63-3 requieren menos mantenimiento con menos frecuencia, por lo que la disponibilidad de las máquinas en la obra es mayor. Cuando sea necesario, puede contarse con el apoyo adicional de técnicos de Doosan cualificados y capacitados.



Cabina inclinable

Para facilitar el acceso a los componentes en los que se debe realizar mantenimiento.



Puntos de engrase agrupados

Para que el mantenimiento resulte más sencillo, los puntos de engrase se han agrupado.



Interruptor de corte de la batería

Ofrece mayor seguridad y conserva la capacidad de la batería.

Especificaciones técnicas

Motor

	DX62R-3	DX63-3
Modelo	Yanmar 4TNV98	
N.º de cilindros	4	
Potencia nominal a 2100 rpm (SAE J1349)	44,3 kW (60,3 CV)	
Par máximo a 1365 rpm	24,6 kgf/m (241 Nm)	
Ralentí (bajo - alto)	1050 [± 10] - 2250 [± 10] rpm	
Cilindrada	3319 cm³	
Diámetro interior × carrera	98 mm × 110 mm	
Motor de arranque	12 V × 3 kW	
Baterías – Alternador	12 V / 100 Ah – 12 V, 80 A	
Filtro de aire	Doble elemento con expulsión automática de polvo	

Capacidad de líquidos

	DX62R-3	DX63-3
Depósito de combustible	78 l	
Sistema de refrigeración (capacidad del radiador)	10 l	
Depósito del aceite hidráulico	65 l	
Aceite del motor	10,2 l	
Dispositivo de desplazamiento	2 × 1,4 l	

Medio ambiente

Niveles de ruido conformes con las normas ambientales (valores dinámicos)

Emisión de ruido

	DX62R-3	DX63-3
Nivel de ruido LwA (2000/14/CE)	Garantizado: 98 dB(A) Medido: 97 dB(A)	
Nivel de ruido LpA (ISO 6396)	74 dB(A)	

Tren inferior

Construcción general muy sólida. Todas las estructuras soldadas diseñadas para limitar el esfuerzo. Materiales duraderos de alta calidad. Chasis lateral soldado, con fijación rígida al tren inferior. Rodillos de oruga lubricados indefinidamente. Poleas y ruedas dentadas con juntas flotantes. Zapatas de oruga (opcional) de aleación endurecida por inducción con triple garra. Pasadores de conexión tratados térmicamente. Ajustador de oruga hidráulico con mecanismo tensor con amortiguación.

Número de rodillos y zapatas de oruga por lado

	DX62R-3	DX63-3
Rodillos superiores	1 (Ø 130 mm)	
Rodillos inferiores	5 (Ø 154 mm)	
Número de zapatas de las orugas	39	
Longitud total de oruga	2500 mm	

Cucharas

Capacidad (m³)	Ancho (mm)		Peso (kg)	Pluma: 2900 mm	
SAE	Con bordes laterales	Sin bordes laterales		Balancín: 1600 mm	Balancín: 1900 mm
0,175	724	654	141	B	B
0,069	362	300	93,5	A	A

A: apto para materiales con densidad igual o inferior a 2000 kg/m³.
B: apto para materiales con densidad igual o inferior a 1600 kg/m³.
Solo como referencia.

Sistema hidráulico

- El sistema hidráulico permite realizar operaciones conjuntas o separadas
- Sistema hidráulico con detección de la carga, centro cerrado y bomba de pistones de desplazamiento variable
- Mando de joystick proporcional
- Dos velocidades de desplazamiento que ofrecen un incremento del par o alta velocidad
- Ralentí automático
- Desplazamiento con cambio automático
- Control de caudal en circuitos hidráulicos auxiliares

Bombas

Bomba	Tipo	Desplazamiento	Caudal máximo a 2200 rpm
Principal (detección de carga)	Tándem, de pistón axial	60 cm³/rev	132 l/min.

Presión máxima del sistema

	DX62R-3	DX63-3
Pluma/balancín/cuchara	296 kg/cm²	
Trabajo / desplazamiento	255 kg/cm²	
Giro	265 kg/cm²	

Mecanismo de giro

- Motor de par alto y pistones axiales con caja de engranajes de reducción planetarios
- Rodamiento de giro: rodamiento de bolas de una hilera de tipo cizalla con engranaje interior de acero templado por inducción
- Engranaje interno y piñón en baño lubricante

Velocidad y par de giro

	DX62R-3	DX63-3
Velocidad máxima de giro	9,4 rpm	
Par máximo de giro	1317 kgf·m	
Ángulo de giro de pluma a izquierda/derecha	70°/50°	

Tracción

Un motor de alto par de pistones axiales independiente impulsa cada oruga mediante un engranaje desmultiplicador planetario. Las dos palancas / pedales garantizan un desplazamiento suave con contrarrotación a demanda.

Velocidad y tracción

	DX62R-3	DX63-3
Velocidad de desplazamiento (baja - alta)	2,6 - 4,7 km/h	
Tracción máxima	5,6 t	
Ángulo de inclinación máximo	30° / 58%	

Cilindros hidráulicos

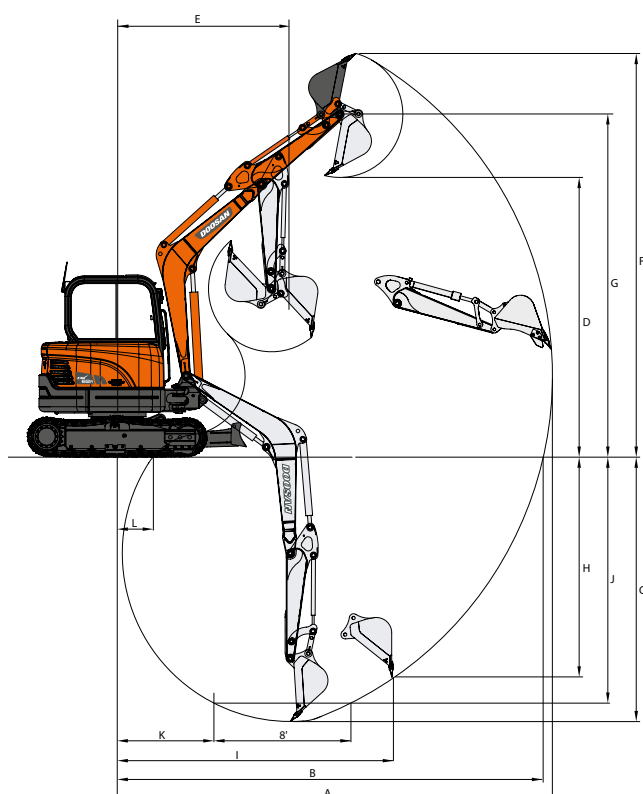
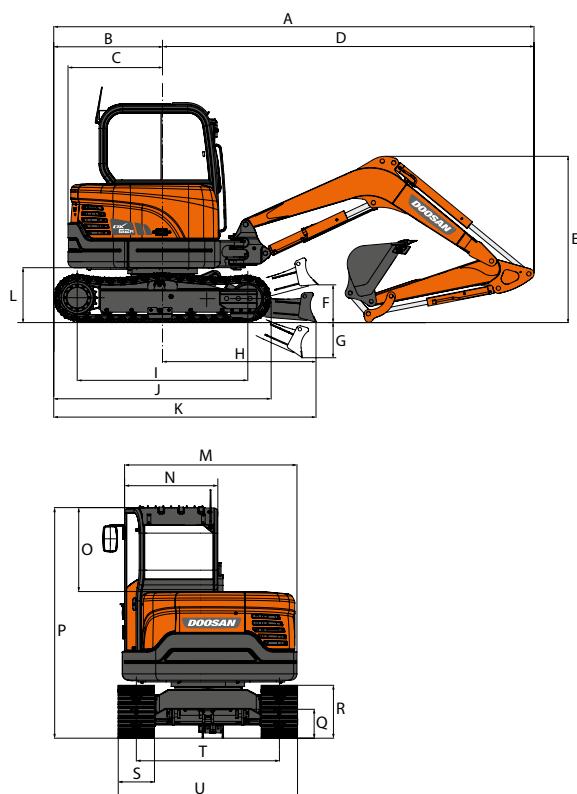
Bielas de pistón y cajas de cilindro de acero de alta resistencia. Mecanismo amortiguador instalado en los cilindros para un funcionamiento sin sacudidas y mayor duración del pistón.

Cilindros	Cantidad	Diámetro interior × diámetro de vástago × carrera (mm)
Pluma	1	105 × 60 × 731
Balancín	1	85 × 55 × 856
Cuchara	1	80 × 50 × 600
Dózer	1	110 × 60 × 183
Giro de la pluma	1	110 × 55 × 550

Fuerzas de excavación (ISO)

Longitud de la pluma (mm)		2900	
Longitud del balancín (mm)		1900	1600
Cuchara - m³		0,175	0,210
Cuchara	t	4,41	4,41
	kN	43,2	43,2
Balancín	t	2,62	2,93
	kN	25,7	28,7

Dimensiones y perímetro de trabajo



Dimensiones

		DX62R-3		DX63-3	
Longitud de la pluma	mm	2900		2900	
Longitud del balancín	mm	1600	1900	1600	1900
A Longitud de envío	mm	5670	5670	5670	5685
B Longitud trasera	mm	1270	1270	1270	1285
C Radio de giro del voladizo	mm	1100	1115	1270	1285
D Longitud delantera	mm	4400	4400	4230	4230
E Altura de envío (pluma)	mm	2135	2350	2135	2350
F Altura de envío (latiguillo)	mm	2175	2370	2175	2370
G Altura de hoja dózer	mm	410	410	410	410
H Corte de hoja dózer bajo la superficie	mm	440	440	440	440
I Línea central hasta hoja	mm	1870	1870	1870	1870
J Distancia entre ejes	mm	1990	1990	1990	1990
K Longitud de oruga	mm	2500	2500	2500	2500
L Longitud de oruga hasta hoja dózer	mm	3150	3150	3150	3150
M Distancia a contrapeso	mm	635	635	635	635
N Ancho de estructura superior	mm	1920	1920	1920	1920
O Anchura de la cabina	mm	1030	1030	1030	1030
P Altura de cabina por encima de capó	mm	930	930	930	930
Q Altura sobre techo de cabina	mm	2550	2550	2550	2550
R Distancia libre sobre el suelo	mm	310	310	310	310
S Altura de oruga	mm	590	590	590	590
T Ancho de zapatas estándar	mm	400	400	400	400
U Calibre de oruga	mm	1580	1580	1580	1580
Distancia de giro de pluma, izquierda	mm	605	605	605	605
Distancia de giro de pluma, derecha	mm	829	829	829	829

Perímetro de trabajo









		DX62R-3		DX63-3	
Longitud de la pluma (mm)	mm	2900		2900	
Longitud del balancín (mm)	mm	1600	1900	1600	1900
Capacidad de la cuchara (m³)	m³	0,175		0,175	
A Alcance máx. de excavación	mm	6230	6525	6060	6355
B Alcance máx. de excavación (suelo)	mm	6100	6400	5930	6230
C Profundidad máx. de excavación	mm	3815	4115	3815	4115
D Altura máx. de carga	mm	4045	4260	4045	4260
E Radio mín. de giro	mm	2530	2645	2360	2475
F Altura máx. de excavación	mm	5785	6005	5785	6005
G Altura máx. de pasador de cuchara	mm	4930	5145	4930	5145
H Profundidad máx. de excavación vertical	mm	3125	3435	3125	3435
I Radio máx. en vertical	mm	3965	4020	3795	3850
J Profundidad máx. de excavación (nivel de 8 pies)	mm	3425	3765	3425	3765
K Radio mín. línea de 8 pies	mm	1095	1080	925	910
L Alcance mínimo de excavación	mm	340	-20	170	-190

Peso









	Balancín (mm)	Cuchara (m³)	Ancho de zapatas (mm)	Peso operativo (kg)	Presión sobre el suelo (kgf/cm²)
Goma	1900	0,175	400	6250	0,36
Acero	1900	0,175	400	6250	0,36

Capacidades de elevación









DX62R-3 Configuración de serie • Anchura de oruga estándar: 1980 mm • sin cuchara

Unidad: 1000 kg	A	1,0 m		2,0 m		3,0 m		4,0 m		5,0 m		Elevación máx.		
	B													A (m)
Pluma de una pieza: 2900 mm Balancín: 1600 mm Zapata: 400 m	4,0 m							1,17	0,98			1,02	0,85	4,32
	3,0 m							1,16	0,96			0,8	0,67	4,95
	2,0 m					1,75	1,42	1,11	0,92	0,78	0,65	0,71	0,59	5,27
	1,0 m					1,62	1,3	1,05	0,87	0,75	0,62	0,68	0,56	5,34
	0,0 m					1,56	1,24	1,02	0,83	0,74	0,61	0,7	0,58	5,18
	-1,0 m	2,56 *	2,56 *	3,16 *	2,39	1,55	1,24	1	0,82			0,79	0,65	4,77
Hoja dózer arriba	-2,0 m	4,07 *	4,07 *	3,3	2,45	1,58	1,26					1,04	0,85	3,98
	4,0 m							1,34 *	1,29			1,23 *	1,13	4,32
	3,0 m							1,38 *	1,28			1,13 *	0,9	4,95
	2,0 m					2,18 *	1,94	1,65 *	1,23	1,44 *	0,87	1,13 *	0,8	5,27
	1,0 m					2,98 *	1,81	1,96 *	1,18	1,55 *	0,85	1,19 *	0,77	5,34
	0,0 m					3,27 *	1,74	2,15 *	1,14	1,60 *	0,83	1,35 *	0,79	5,18
	-1,0 m	2,56 *	2,56 *	3,16 *	3,16 *	3,11 *	1,74	2,09 *	1,13			1,56 *	0,89	4,77
	-2,0 m	4,07 *	4,07 *	4,06 *	3,66	2,51 *	1,77					1,57 *	1,17	3,98
	4,0 m							1,34 *	1,29			1,23 *	1,13	4,32
	3,0 m							1,38 *	1,28			1,13 *	0,9	4,95









DX62R-3 Opción 1 • Anchura de oruga estándar: 1980 mm • sin cuchara

Unidad: 1000 kg	A	1,0 m		2,0 m		3,0 m		4,0 m		5,0 m		Elevación máx.		
	B													A (m)
Pluma de una pieza: 2900 mm Balancín: 1900 mm Zapata: 400 m	5,0 m											1,26 *	1,17	3,65
	4,0 m							1,14 *	1,03			0,93	0,78	4,69
	3,0 m							1,22	1,02	0,83	0,7	0,75	0,63	5,27
	2,0 m					1,86	1,51	1,17	0,97	0,81	0,68	0,68	0,56	5,56
	1,0 m					1,71	1,38	1,1	0,91	0,79	0,65	0,65	0,54	5,63
	0,0 m					1,62	1,3	1,06	0,87	0,76	0,63	0,67	0,55	5,49
Hoja dózer arriba	-1,0 m	2,16 *	2,16 *	2,80 *	2,45	1,6	1,28	1,04	0,85	0,76	0,63	0,74	0,61	5,10
	-2,0 m	3,39 *	3,39 *	3,38	2,5	1,62	1,29	1,05	0,86			0,93	0,76	4,39
	-3,0 m			2,47 *	2,47 *	1,41 *	1,37					1,33 *	1,33 *	3,05
	5,0 m											1,26 *	1,26 *	3,65
	4,0 m							1,14 *	1,14 *			1,03 *	1,03 *	4,69
	3,0 m							1,22 *	1,22 *	1,26 *	0,93	0,95 *	0,84	5,27
Pluma de una pieza: 2900 mm Balancín: 1900 mm Zapata: 400 m	2,0 m					1,88 *	1,88 *	1,50 *	1,29	1,34 *	0,91	0,95 *	0,76	5,56
	1,0 m					2,76 *	1,89	1,85 *	1,23	1,48 *	0,88	1,00 *	0,73	5,63
	0,0 m					3,21 *	1,81	2,09 *	1,18	1,58 *	0,86	1,11 *	0,75	5,49
	-1,0 m	2,16 *	2,16 *	2,80 *	2,80 *	3,18 *	1,79	2,12 *	1,16	1,51 *	0,85	1,34 *	0,83	5,10
	-2,0 m	3,39 *	3,39 *	4,66 *	3,74	2,74 *	1,81	1,81 *	1,17			1,48 *	1,04	4,39
	-3,0 m			2,47 *	2,47 *	1,41 *	1,41 *					1,33 *	1,33 *	3,05
	5,0 m											1,26 *	1,26 *	3,65
	4,0 m							1,14 *	1,14 *			1,03 *	1,03 *	4,69
	3,0 m							1,22 *	1,22 *	1,26 *	0,93	0,95 *	0,84	5,27
	2,0 m					1,88 *	1,88 *	1,50 *	1,29	1,34 *	0,91	0,95 *	0,76	5,56

DX63-3 Configuración de serie • Anchura de oruga estándar: 1980 mm • sin cuchara

Unidad: 1000 kg	A	1,0 m		2,0 m		3,0 m		4,0 m		5,0 m		Elevación máx.		
	B													A (m)
Pluma de una pieza: 2900 mm Balancín: 1600 mm Zapata: 400 m	4,0 m							1,31	1,11			1,23	1,04	4,15
	3,0 m							1,30	1,10			0,97	0,82	4,78
	2,0 m					1,98	1,63	1,26	1,06	0,89	0,75	0,86	0,73	5,10
	1,0 m					1,86	1,52	1,21	1,01	0,87	0,73	0,82	0,70	5,17
	0,0 m					1,80	1,46	1,17	0,98	0,85	0,72	0,85	0,72	5,01
	-1,0 m	* 2,55	* 2,55	* 3,46	2,78	1,78	1,45	1,16	0,97			0,96	0,81	4,60
Hoja dózer arriba	-2,0 m	* 4,20	* 4,20	* 3,68	2,83	1,81	1,48					1,28	1,06	3,81
	4,0 m							* 1,37	* 1,37			* 1,23	* 1,23	4,15
	3,0 m							* 1,38	* 1,38			* 1,13	1,07	4,78
	2,0 m					* 2,05	* 2,05	* 1,60	1,38	* 1,43	0,98	* 1,13	0,95	5,10
	1,0 m					* 2,71	2,05	* 1,87	1,33	* 1,51	0,96	* 1,19	0,91	5,17
	0,0 m					* 3,00	1,98	* 2,03	1,30	* 1,45	0,95	* 1,35	0,94	5,01
Hoja dózer abajo	-1,0 m	* 2,55	* 2,55	* 3,46	* 3,46	* 2,89	1,97	* 1,97	1,29			* 1,56	1,07	4,60
	-2,0 m	* 4,20	* 4,20	* 3,68	* 3,68	* 2,33	2,00					* 1,57	1,41	3,81

DX63-3 Opción 1 • Anchura de oruga estándar: 1980 mm • sin cuchara

Unidad: 1000 kg	A	1,0 m		2,0 m		3,0 m		4,0 m		5,0 m		Elevación máx.		
	B													A (m)
Pluma de una pieza: 2900 mm Balancín: 1900 mm Zapata: 400 m	5,0 m											* 1,28	* 1,28	3,48
	4,0 m							* 1,17	1,17			* 1,03	0,95	4,52
	3,0 m							* 1,23	1,16	0,94	0,80	0,91	0,77	5,10
	2,0 m					* 1,79	1,72	1,32	1,11	0,93	0,79	0,82	0,69	5,39
	1,0 m					1,95	1,60	1,26	1,06	0,90	0,76	0,79	0,67	5,46
	0,0 m													
Hoja dózer arriba	-1,0 m	* 2,18	* 2,18	* 3,08	* 2,85	1,87	1,52	1,22	1,02	0,88	0,75	0,81	0,68	5,32
	-2,0 m	* 3,50	* 3,50	3,85	2,90	1,86	1,51	1,21	1,01			0,90	0,76	4,93
	-3,0 m			* 2,26	* 2,26							1,13	0,95	4,22
	5,0 m											* 1,33	* 1,33	2,88
	4,0 m											* 1,26	* 1,26	3,48
	3,0 m							* 1,17	* 1,17			* 1,03	* 1,03	4,52
Pluma de una pieza: 2900 mm Balancín: 1900 mm Zapata: 400 m	2,0 m					* 1,79	* 1,79	* 1,47	1,44	* 1,33	1,02	* 0,95	* 0,95	5,10
	1,0 m					* 2,52	2,14	* 1,76	1,39	* 1,44	1,00	* 1,00	0,87	5,46
	0,0 m					* 2,94	2,05	* 1,98	1,34	* 1,52	0,98	* 1,11	0,90	5,32
	-1,0 m	* 2,18	* 2,18	* 3,08	* 3,08	* 2,94	2,03	* 2,00	1,32			* 1,34	0,99	4,93
	-2,0 m	* 3,50	* 3,50	* 4,17	* 4,17	* 2,55	2,05	* 1,68	1,34			* 1,48	1,25	4,22
	-3,0 m			* 2,26	* 2,26							* 1,33	* 1,33	2,88
	5,0 m											* 1,26	* 1,26	3,48
	4,0 m							* 1,17	* 1,17			* 1,03	* 1,03	4,52
	3,0 m							* 1,23	* 1,23	* 1,22	1,04	* 0,95	* 0,95	5,10
	2,0 m					* 1,79	* 1,79	* 1,47	1,44	* 1,33	1,02	* 0,95	* 0,95	5,10

Equipamiento de serie y opcional

Motor

Motor diésel Yanmar combinado con sistema VCU, inyección directa, conforme con la normativa europea de Fase V	●
Ralentí automático	●

Sistema hidráulico

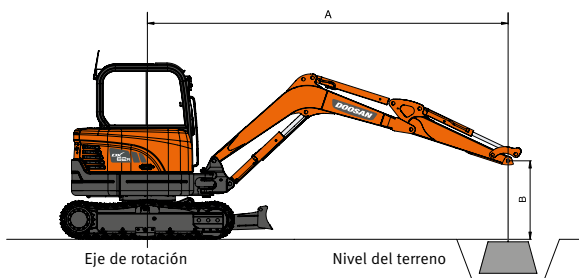
Puertos adicionales (válvula)	●
Tubos para martillo hidráulico	●
Amortiguación y juntas del cilindro	●
Control del caudal hidráulico auxiliar y ajustes del panel de visualización, 1º auxiliar bidireccional y 2º auxiliar bidireccional	●

Cabina e interior

Estructura de protección contra el vuelco (ROPS por sus siglas en inglés)	●
Cabina presurizada con aislamiento acústico	●
Asiento regulable con reposacabezas y reposabrazos ajustables	●
Aire acondicionado	●
Ventanilla delantera abatible y ventanilla inferior delantera desmontable	●
Ventanillas derechas correderas con cierre	●
Luz en techo	●
Limpiaparabrisas superior intermitente	●
Varios compartimentos de almacenamiento	●
Suelo plano y espacioso fácil de limpiar	●
Portavasos	●
Protección antirrobo	●
Monitor LCD en color de 5,7 pulgadas (14,5 cm)	●
Selector de control de régimen del motor (RPM)	●
Sistema de desplazamiento hidrostático de 2 velocidades con cambio automático o manual	●
Preinstalación para radio	●
Toma eléctrica de 12 V	●
Puerto de comunicaciones en serie para conectar el PC/portátil	●
PPC ajustable para balancín, pluma, cuchara y giro, con control de desplazamiento proporcional de implementos y botones hidráulicos auxiliares	●
Pedales y palancas manuales para desplazamiento	●
Llave maestra	●
Radio MP3/USB con reproductor de CD (kit)	○

Seguridad

Válvulas de seguridad en cilindros de pluma y balancín	●
Dispositivo de aviso de sobrecarga	●
Girofaro	●
Palanca hidráulica de bloqueo	●
Cristal de seguridad	●
Martillo para salida de emergencia	●
Retrovisores izquierdo y derecho	●
Interruptor de parada de emergencia del motor	●
Sistema de prevención de recalentamiento y arranque del motor	●
Freno de estacionamiento y bloqueo de giro de cabina automático	●
Puntos de articulación reforzados de acero fundido	●
Interruptor de corte de la batería	●
Luz de trabajo halógena (1 en parte superior de la cabina)	●
Tapón de combustible con cerradura	●
Cabina FOGS: protectores superior y frontal de la cabina (ISO 10262) (kit)	○
Protectores superior e inferior del parabrisas delantero	○



- : Valor nominal sobre el frente
● : Valor nominal en lateral o 360°

- Las capacidades de elevación son conformes a la norma ISO 10567:2007 (E).
- El punto de carga se encuentra en el extremo del balancín.
- * = Las cargas nominales se basan en la capacidad hidráulica.
- Las cargas nominales que se muestran no superan el 75% de la carga de vuelco o el 87% de la capacidad de elevación hidráulica.
- Para obtener la capacidad de elevación con cuchara, reste el peso real de la cuchara a los valores.
- Las configuraciones indicadas no reflejan necesariamente el equipamiento de serie de la máquina.

Otros

Pluma monobloque: 2900 mm - Balancín: 1600 mm	●
Contrapeso: 830 kg	●
Bomba de llenado de combustible	●
Filtro de aire de doble elemento	●
Capó del motor con muelle de gas	●
Función de autodiagnóstico	●
Batería (12 V, 100 Ah), alternador (12 V, 80 A)	●
Bocina eléctrica	●
Engrase remoto del círculo de giro y los puntos de articulación del grupo de trabajo	●
Protectores para luces en la pluma	●
Balancín largo: 1900 mm con contrapeso: 934 kg	○
Tubos hidráulicos para cizalla, acoplador rápido, cucharas bivalvas, cucharas inclinables y giratorias	○

Tren inferior

Tren inferior fijo	●
Ajustador de orugas hidráulico	●
Orugas de goma de 400 mm	●
Hoja dózer (anchura: 1980 mm y altura: 410 mm)	●
Válvula de retención doble de hoja dózer (kit)	○
Orugas de acero de 400 mm	○
Eslabones de oruga herméticos y engrasados	○
3ª cuchara bivalva auxiliar	○

- De serie: ●
Opcional: ○



Algunas de estas opciones pueden instalarse de serie en algunos mercados. Algunas de estas opciones pueden no estar disponibles en determinados mercados. Para adaptar la máquina a sus necesidades u obtener más información sobre la disponibilidad, póngase en contacto con su distribuidor DOOSAN local.

Powered by Innovation



DOOSAN